



**Bárbara Alexandra  
Saldanha Ferreira**

**Desenvolvimento de solução com incremento de estabilidade em  
duas rodas**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Design do Produto, realizada sob a orientação científica do Professor Doutor António Manuel de Amaral Ramos, professor auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro e co-orientação do Professor Doutor Francisco Maria Mendes de Seíça da Providência Santarém, professor auxiliar do Departamento de Comunicação e Arte da Universidade de Aveiro.

## **O júri**

### **Presidente**

**Professora Doutora Teresa Cláudia Magalhães Franqueira Baptista**

Professora auxiliar da Universidade de Aveiro

### **Vogal**

**Mestre Paulo Alexandre Lomelino de Freitas Tomé Rosado Bago de Uva**

Professor auxiliar convidado da Universidade de Aveiro

### **Arguente Principal**

**Professor Doutor José António de Oliveira Simões**

Professor associado com agregação da ESAD – Escola Superior de Artes e Design de Matosinhos

### **Orientador**

**Professor Doutor António Manuel de Amaral Ramos**

Professor auxiliar do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Aveiro

## **Agradecimentos**

Agradeço aos meus orientadores, Professor Doutor António Manuel de Amaral Ramos e Professor Doutor Francisco Maria Mendes de Seça da Providência Santarém, a disponibilidade, orientação e apoio durante o decorrer do trabalho.

A área da mobilidade é das áreas mais importantes quer da Engenharia quer do Design, pois faz parte do quotidiano de todos nós.

Agradeço à minha família por todo o apoio e motivação durante o meu percurso académico.

Agradeço ao meu namorado pela dedicação e apoio durante este percurso.

Agradeço aos meus amigo e colegas que me acompanharam durante o percurso académico, tanto nos bons como maus momentos que ficaram para sempre na minha memória.

**Palavras-chave**

Desenvolvimento do produto, Mobilidade humana, Ergonomia, Desenvolvimento motor e Design Industrial

**Resumo**

Nos dias que correm, a mobilidade é essencial para as pessoas no ativo, como para as que estão condicionadas de alguma forma, seja a nível físico ou etário em que o triciclo possa ser uma alternativa à bicicleta comum.

Assim sendo, torna-se fundamental a existência de um produto como este no mercado, permitindo assim, que o utilizador se possa deslocar sem estar restringido ao veículo convencional. Apesar de já existirem algumas alternativas no mercado, este distingue-se pelo desenho do quadro, este foi pensado de forma a diminuir a altura que o utilizador tem que levantar a perna para entrada/saída do veículo.

O trabalho realizado teve como objetivo o desenvolvimento de uma alternativa que combina a versatilidade da bicicleta comum com a segurança e comodidade oferecida por um triciclo, adaptando a alta tecnologia Nuvinci, até agora, apenas disponível em bicicletas de duas rodas. Este produto é diferenciador também pelo facto do seu eixo traseiro não ser estático, dando ao utilizador a opção de escolher a variação da distância entre rodas que mais agrada.

O projeto foi desenvolvido recorrendo à ferramenta de modelação 3D, SolidWorks, obedecendo a um método organizado e estruturado, baseado na metodologia de Karl Ulrich e Steven Eppinger.

Este produto é fruto de um estudo a nível da motricidade humana nas diferentes fases da vida sem deixar de lado a preocupação com a ergonomia e a segurança do utilizador, para que este possa usufruir do veículo sem entraves.



**Keywords**

Product development, Human mobility, Ergonomics, Motor development and Industrial Design

**Abstract**

Nowadays, mobility is essential for active persons, as for those who are constrained in some way, either in physical or in age the tricycle can be an alternative to ordinary bicycle.

Therefore, it becomes essential to have a product like this on the market, allowing the user to move without being restricted to the conventional vehicle. Although there are few alternatives on the market, this is distinguished by the design of the frame that was designed in order to reduce the leg lift height and in order to entry/exit of the vehicle.

The work developed had as objective an alternative that combines the versatility of ordinary bicycle with safety and convenience offered by a tricycle, adapting NuVinci's high technology, until now only available in two-wheeled bicycles. This product have also a distinctive rear axle, which is not static, giving the user the option of varying the distance between wheels more like.

This project was developed using the 3D modeling tool, SolidWorks, following a structured and organized approach, based on the methodology of Karl Ulrich and Steven Eppinger.

This product is the result of a wide study of human movement in the different stages of life without leaving aside the concern with ergonomics and user safety, so he can make use of the vehicle without obstacles.



# Índice geral

Índice geral .....	vii
Índice de figuras .....	ix
Índice de tabelas.....	xi
Introdução e motivação para o projeto .....	13
Parte I – Enquadramento.....	15
1. Introdução .....	15
Estado da arte na mobilidade.....	15
Enquadramento histórico .....	15
1.2. Desenvolvimento motor na velhice.....	29
Desenvolvimento motor na velhice.....	29
Coordenação motora .....	30
Equilíbrio e controle postural .....	31
1.3. Antropometria e análise biomecânica.....	36
As dimensões da bicicleta.....	37
Altura do quadro .....	38
Inclinação do tubo do selim .....	38
Comprimento do tubo horizontal .....	39
Altura do selim .....	40
Largura do guidador.....	40
Ângulos e ajustes do guidador .....	41
Inclinação do tubo da direção .....	41
Comprimento da pedaleira .....	41
1.4. Análise de mercado .....	42
1.4.1. Tipos de bicicletas.....	44
1.4.2. Tipos de triciclos .....	47
Parte II - Projeto.....	51
2. Descrição do produto .....	51
3. Ferramentas aplicadas ao projeto .....	51
3.1. Project Brief .....	51
3.2. Mercado–alvo.....	52
3.3. Normalização UNE-EN 14764.....	52
3.4. Recolha das necessidades do cliente .....	53
3.5. Diagrama de Kano .....	57
3.6. Diagrama de Mudge.....	58

3.7. Benchmarking técnico/Casos de estudo.....	60
3.8. Matriz da qualidade (QFD – Quality Function Deployment) .....	62
4. Desenvolvimento de conceitos.....	65
4.1. Decomposição de funções .....	65
4.2. Árvore de classificação de conceito .....	66
4.3. Tabela de combinação de conceitos .....	66
4.4. Conceitos do produto .....	69
4.5. Matriz de seleção do conceito de produto .....	71
4.6. Teste de conceito.....	72
5. Definição da arquitetura do produto .....	76
5.1. Fatores de diferenciação do produto .....	77
6. Design Industrial .....	78
6.1. Decomposição de funções .....	80
6.2. Design para fabricação (DFM) .....	81
6.3. Árvore de falhas .....	86
7. Proposta final .....	88
Parte III – Conclusões e desenvolvimentos futuros.....	95
Conclusão.....	95
Bibliografia.....	97
Anexos .....	101
<b>Anexo A – Respostas dos entrevistados .....</b>	<b>103</b>
<b>Anexo B – Benchmarking/Caso de Estudo .....</b>	<b>105</b>
<b>Anexo C – Lista de especificações.....</b>	<b>107</b>
<b>Anexo D – Medidas antropométricas .....</b>	<b>115</b>
<b>Anexo E – QFD.....</b>	<b>119</b>
<b>Anexo F – Estimativa do custo de produção e montagem do produto.....</b>	<b>121</b>
<b>Anexo G – FMEA .....</b>	<b>122</b>
<b>Anexo H – Desenhos técnicos .....</b>	<b>123</b>

## Índice de figuras

Figura 1: Heliópolis, (Arquiteta Suzi Mariño Pequini 2000) .....	16
Figura 2: Desenho de Leonardo Da Vinci, 1490,(Bike emoção 2012) .....	16
Figura 3: Invenção de Stephan Farffler, 1680, (ATackle 2011) .....	17
Figura 4: Celerífero, (Arquiteta Suzi Mariño Pequini 2000) .....	17
Figura 5: Drasiana, inovação do Barão Karl Drais,(Chinfra 2011) .....	18
Figura 6: Drasiana de George von Reichenblank, (Arquiteta Suzi Mariño Pequini 2000) .....	19
Figura 7: Inovações na drasiana nos anos de 1817 e 1819, (Arquiteta Suzi Mariño Pequini 2000).....	20
Figura 8: Drasiana de 1820, Munique, (Arquiteta Suzi Mariño Pequini 2000) .....	20
Figura 9: Drasiana de 1820, França, (Arquiteta Suzi Mariño Pequini 2000) .....	20
Figura 10: Drasiana para damas, (Arquiteta Suzi Mariño Pequini 2000) .....	21
Figura 11: Drasiana de Kassler, (Arquiteta Suzi Mariño Pequini 2000) .....	21
Figura 12: Drasiana sem guiador, (Arquiteta Suzi Mariño Pequini 2000) .....	21
Figura 13: "Drasiana com mecanismo de propulsão", Bauer, (Arquiteta Suzi Mariño Pequini 2000).....	22
Figura 14: "Bicicleta de Compertz", (Arquiteta Suzi Mariño Pequini 2000) .....	22
Figura 15: Primeiro veículo com sistema de tração, de McMillan, (Bike emoção 2012) ...	23
Figura 16: Drasiana de Moritz, (Arquiteta Suzi Mariño Pequini 2000) .....	23
Figura 17: Bicicleta de Pierre e Ernest Michaux, (vélocipèdes 2008) .....	24
Figura 18: Michaulina, (Arquiteta Suzi Mariño Pequini 2000) .....	24
Figura 19: Drasiana de Lallemente I, (Arquiteta Suzi Mariño Pequini 2000).....	25
Figura 20: Drasiana de Lallemente II, (Arquiteta Suzi Mariño Pequini 2000).....	25
Figura 21: Drasiana de Mylius, (Arquiteta Suzi Mariño Pequini 2000) .....	25
Figura 22: "Bicicleta tipo McMillan"(Arquiteta Suzi Mariño Pequini 2000).....	26
Figura 23: "Bicicleta tipo McMillan de tração com pedal"(Arquiteta Suzi Mariño Pequini 2000).....	26
Figura 24: "Primeira bicicleta com tração por corrente continua de transmissão"(Arquiteta Suzi Mariño Pequini 2000) .....	26
Figura 25: Bicicleta perigosa (vélocipèdes 2008) .....	27
Figura 26: "Bicicleta kangaroo"(Arquiteta Suzi Mariño Pequini 2000) .....	27
Figura 27: "Bicicleta dobrável"(Arquiteta Suzi Mariño Pequini 2000).....	28
Figura 28: Rover III (Arquiteta Suzi Mariño Pequini 2000) .....	28
Figura 29: Ângulos ideais para utilizadores de bicicletas .....	36
Figura 30: Medidas .....	37
Figura 31: Dimensões do quadro (Hinault (1988) apud Suzi Pequini 2000) .....	37
Figura 32: "Cálculo da altura do selim", (Hinault (1988) apud Suzi Pequini 2000).....	38
Figura 33: "Cálculo da inclinação do tubo do selim", (Hinault (1988) apud Suzi Pequini 2000).....	39
Figura 34: Largura do guiador, (Porte (1996) apud Suzi Pequini 2000) .....	40
Figura 35: Ângulos de ajuste .....	41
Figure 36: Bicicletas Pashley, (Pashley 1998-2013) .....	45
Figura 37: Scoobike (Amy 2011).....	45
Figura 38: Bicicleta Amarela (Guenther 2009) .....	46
Figura 39: Zweistil – Uma bicicleta com diversas posições da bicicleta (Stefan 2009) ....	47
Figura 40: Triciclo (Órbita) .....	48
Figura 41: Catapulta (Robbins 2010) .....	48
Figura 42: Triciclos (Pashley 1998-2013).....	48
Figura 43: Triciclos para adultos, (Bicycles 1972) .....	49
Figura 44: Bicicleta desportiva de mobilidade expansiva (Bär 2011).....	50
Figura 45: Esquema de entrevista .....	55
Figura 46: Diagrama de Kano .....	58

Figura 47: Elementos que constituem uma bicicleta (Arquiteta Suzi Mariño Pequini 2000)	65
Figura 48: Árvore de classificação de conceitos	66
Figure 49: Triciclo, (Pashley 1998-2013)	69
Figura 50: Conceito 1	70
Figura 51: Conceito 2	70
Figura 52: Conceito 3	71
Figura 53: Conceito de combinação	73
Figura 54: Trotinete, (Hudora)	73
Figura 55: Dimensões gerais aplicadas ao estudo	73
Figura 56: Apresentação do conceito	74
Figura 57: Arquitetura do Produto – Módulos e funções	76
Figura 58: Variação máxima e mínima da distancia entre rodas	77
Figura 59: Critérios de ponderação para o Conceito 1	78
Figura 60: Critérios de ponderação para o Conceito 2	79
Figura 61: Critérios de ponderação do Conceito 3	79
Figura 62: Critérios de ponderação para os Conceitos 2 e 3 combinados	80
Figura 63: Chassis (quadro)	82
Figura 64: Eixo traseiro	82
Figura 65: Decomposição do eixo traseiro	83
Figura 66: Sistema Nuvinci	83
Figura 67: Espaçadores com rolamento e peça torneada	84
Figura 68: Peça interior com furação	85
Figura 69: Travão de disco (Avid 2013)	86
Figura 70: Árvore de falhas	87
Figura 71: Proposta final	89
Figura 72: Detalhe eixo traseiro	90
Figura 73: Detalhe sistema Nuvinci	90
Figura 74: Sistema Nuvinci com roda dentada e travão de disco	91
Figura 75: Detalhe roda dianteira	91
Figura 76: Detalhe guiador	92
Figura 77: Componentes do eixo traseiro	92
Figura 78: Componentes do eixo traseiro	93
Figura 79: Lista de cores	112
Figura 80: Medidas antropométricas para o sexo masculino e feminino - Percentil 50, (Tilley 2001)	115
Figura 81: Ângulos e movimentos do corpo, (Tilley 2001)	116
Figura 82: Ângulo e movimentos do corpo vista de cima, (Tilley 2001)	117

## Índice de tabelas

Tabela 1: "Fatores de risco de quedas e possíveis estratégias de intervenção", fonte: (David L. Gallahue e John C. Ozmun 2003) .....	35
Tabela 2: Tabela de referências, (Ambrosini (1990) apud Suzi Pequini 2000) .....	40
Tabela 3: Bicicletas BTT .....	42
Tabela 4: Bicicletas de Cidade.....	43
Tabela 5: Bicicletas desdobráveis .....	44
Tabela 6: Project Brief .....	51
Tabela 7: Necessidades identificadas por observação direta.....	54
Tabela 8: Tabela resumo das necessidades dos entrevistados .....	56
Tabela 9: Requisitos dos consumidores.....	57
Tabela 10: Diagrama de Mudge.....	59
Tabela 11: Hierarquia dos requisitos do consumidor .....	59
Tabela 12: Árvore das necessidades .....	60
Tabela 13: Especificações do produto .....	62
Tabela 14: Produtos de referência .....	63
Tabela 15: QFD .....	64
Tabela 16: Tabela de avaliação da fixação entre componentes.....	67
Tabela 17: Tabela de avaliação do sistema de transmissão .....	67
Tabela 18: Tabela de avaliação para a direção.....	68
Tabela 19: Tabela de avaliação para a deslocação .....	68
Tabela 20: Análise morfológica .....	69
Tabela 21: Matriz de seleção do conceito .....	72
Tabela 22: Estimativa da quantidade vendida.....	75
Tabela 23: Respostas dos entrevistados .....	103
Tabela 24: Benchmarking/Caso de Estudo .....	105
Tabela 25: Lista de rodas .....	107
Tabela 26: Lista de formas .....	108
Tabela 27: Lista de materiais .....	108
Tabela 28: Espigões de Selim .....	109
Tabela 29: Lista de quadros.....	109
Tabela 30: Forma do guiador.....	110
Tabela 31: Travões.....	111
Tabela 32: Pedais.....	112
Tabela 33: Tipos de selins .....	113
Tabela 34: Sistema de transmissão.....	114
Tabela 35: Casa da Qualidade - QFD.....	119
Tabela 36: Estimativa do custo de produção e montagem do produto .....	121
Tabela 37: FMEA.....	122





## **Introdução e motivação para o projeto**

Devido à crise económica sentida a nível global, é notória a mudança de mentalidades, hábitos e consumos, com a procura de opções mais económicas.

Desde sempre, o desenvolvimento económico e a mobilidade estão interligados, com o crescimento das cidades e as mudanças após a Revolução Industrial, cria-se a necessidade de deslocação individual, assim, assiste-se de forma gradual aos problemas de mobilidade inseridos nos grandes centros urbanos.

A sociedade está organizada de forma a que seja possível a movimentação através de uma rede de transportes coletivos, no entanto, estes estão sujeitos a horários fixos com a prática de preços elevados, o que impossibilita o acesso a uma grande parte dos utilizadores.

Por outro lado, a sociedade está preparada também para os utilizadores que têm como preferência a utilização do seu próprio veículo, seja por motivos profissionais ou simplesmente pela comodidade de não estar sujeito a horários.

Os utilizadores que optam pela comodidade de um veículo de quatro rodas, deparam-se com problemas de estacionamento (estacionamento pago ou falta de lugar) e problemas derivados das longas filas de trânsito (aumento do gasto de combustível e tempo de espera).

No que diz respeito aos utilizadores que optam por veículos de duas rodas, estes têm em consideração o fator económico e a flexibilidade que este tipo de veículos proporcionam, pois continuam a não estar sujeitos a horários, nem às longas filas de trânsito existentes nas cidades. Os motociclos são os mais indicados para trajetos mais longos, sendo mais económicos que os veículos de quatro rodas e continuam sujeitos às variações dos preços dos combustíveis. Os velocípedes, embora sendo indicados para diversos tipos de trajetos, apresentam como principal desvantagem a variável tempo. Por outro lado, os velocípedes têm como vantagem o fator económico (o investimento inicial é rapidamente amortizado e não está sujeito às variações dos preços dos combustíveis) e proporciona também uma melhoria da qualidade de vida, através da atividade física exercida na deslocação. Atualmente, já existe legislação que equipara os velocípedes aos veículos de quatro rodas, no que aos direitos diz respeito, defendendo assim o ciclista. A par da melhoria a nível de legislação, existe também a melhoria e aumento da rede de ciclovias.

Apesar das várias vantagens atribuídas aos veículos de duas rodas, nomeadamente ao velocípede, nem todas as pessoas podem usufruir deste veículo, devido a limitações físicas ou etárias, ou seja, por não saber utilizar o veículo, por enfermidades que possam ter comprometido o órgão responsável pelo equilíbrio (como o atrofio de outros músculos) e a faixa etária.

Assim sendo, surge a necessidade de desenvolver um veículo que permita devolver alguma liberdade de movimentos que os utilizadores com algum género de limitação perderam, seja por motivos de doença, quer pela faixa etária em que estão inseridos.

Após ter sido identificada essa necessidade, procedeu-se à elaboração de uma alternativa aos produtos já existentes no mercado. Com o tema “Desenvolvimento de solução com incremento de estabilidade em duas rodas”, que incluiu uma análise alargada do enquadramento histórico da bicicleta.

Esta solução procurou satisfazer o conceito de mobilidade individual aplicada à prática de atividades de lazer e para utilizadores com limitações a nível físico e problemas de equilíbrio. Para dar resposta a esta necessidade foi desenvolvida uma bicicleta com a capacidade de permanecer estável durante a sua locomoção.

Desta forma, na primeira parte desta dissertação é apresentado o estado da arte na mobilidade, seguida do desenvolvimento motor na velhice, bem como é apresentado um estudo de antropometria e análise biomecânica e por fim, a análise de mercado.

Na segunda parte do trabalho é desenvolvido o produto, tendo como guia a metodologia de Ulrich e Eppinger (Karl Ulrich & Steven Eppinger 2011), esta metodologia consiste na descrição dos pontos fulcrais do projeto, introduzindo as ferramentas aplicadas ao projeto, como a definição das especificações alvo, a geração e seleção de conceitos, seguido da escolha de materiais e apresentação de uma proposta final.

A terceira e última parte desta dissertação, são apresentados os resultados obtidos e as propostas a desenvolver no futuro.

# Parte I – Enquadramento

## 1. Introdução

A primeira parte da presente dissertação apresenta o estado da arte na mobilidade onde é abordado o enquadramento histórico desde o século IV a.C. até aos dias de hoje.

Em seguida é apresentado um estudo sobre o desenvolvimento motor do ser humano, tendo como objetivo compreender a evolução da motricidade e o declínio sensorial do ser humano na velhice.

É também apresentada uma análise antropométrica e biomecânica do ser humano onde se pode verificar os ângulos e medidas mais ergonómicas para o utilizador, sendo fundamental para o desenvolvimento desta tipologia de produtos.

Por fim, nesta primeira parte, foi realizada uma análise de mercado de produtos comerciais e conceptuais, permitindo verificar as diferenças e pontos fortes de cada produto a fim de os combinar para obtenção de um produto ideal.

## Estado da arte na mobilidade

Nesta etapa foi elaborada uma pesquisa sobre a história da bicicleta, desde os primeiros desenhos, percorrendo as modificações quer a nível mecânico como a nível de aspecto e ergonomia sofridas ao longo de décadas, até chegar ao veículo que se conhece.

A pesquisa teve por base um dos capítulos da tese da Arquiteta Suzi Mariño Pequini (Suzi Mariño Pequini 2000), com o tema, “A evolução tecnológica da bicicleta e suas implicações ergonômicas para a máquina humana: problemas da coluna vertebral x bicicletas dos tipos “speed” e “mountain bike””, bem como a introdução de elementos referenciados por outros autores.

## Enquadramento histórico

Os primeiros veículos a tração muscular surgiram no século IV antes de Cristo, estes foram utilizados por alguns construtores do Rei Felipe da Macedônia que inventaram as chamadas “heliópolis”, figura 1, “poderosas máquinas de guerra movidas à força muscular pelos que estavam dentro.” (Suzi Mariño Pequini 2000)

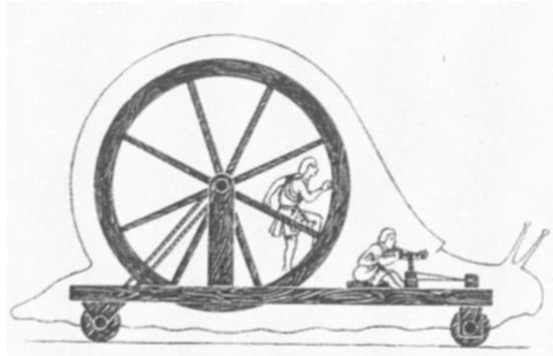


Figura 1: Heliópolis, (Suzi Mariño Pequini 2000)

No ano de 1966, monges italianos durante o restauro dos manuscritos de Leonardo Da Vinci, descobriram também desenhos datados de 1490, onde se verificava uma máquina muito semelhante às modernas bicicletas, dotada inclusive de pedais e tração por corrente. Como está representado na figura 2. (Barros 2008)

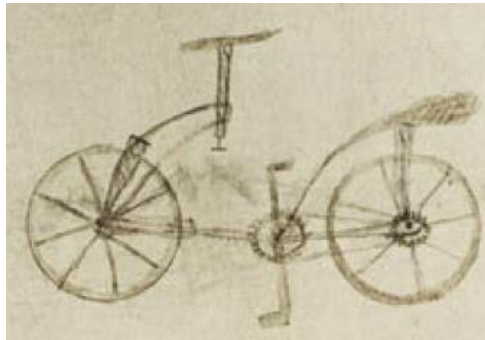


Figura 2: Desenho de Leonardo Da Vinci, 1490,(Bike emoção 2012)

No ano de 1580, na janela de uma igreja em Buckinghamshire, localizada em Inglaterra, existe o desenho de uma pessoa sentada num objeto com rodas em que os pés eram o único meio de impulsão. Não se sabe porém, se se trata de mera imaginação do artista ou da reprodução de um veículo existente na época.” (Barros 2008)

Em 1680 Stephan Farffler, que era paraplégico, construiu para si uma cadeira de três rodas, movida por um sistema de propulsão por alavanca manual. A figura 3 retrata a máquina que Stephan criou. (ATackle 2011)



Figura 3: Invenção de Stephan Farffler, 1680, (ATackle 2011)

Nos séculos XV e XVI foram testados objetos muito engenhosos, tendo sido desenvolvidos veículos de duas e quatro rodas pesados e complexos, estes eram acionados por mecanismos compostos por correntes, alavancas e outros dispositivos.

Num museu alemão existe um modelo chamado bicicleta de Kassler que data de 1761, no entanto a sua verdadeira origem é ainda desconhecida, dado que os franceses afirmam que este modelo foi exportado de França. (Barros 2008)

Em 1790, o Conde francês Sirvac inventou uma máquina a que deu o nome de Celerífero ("Célerifère"), figura 4, e que alguns historiadores consideram o antepassado mais antigo da bicicleta moderna. Consistia num corpo de madeira apoiado sobre duas rodas, também de madeira. Não tinha movimento de direção, já que a roda dianteira era fixa, nem pedais, o que obrigava o utilizador a impulsioná-la com os pés, ou seja, "caminhava" sentado nela (Tudo sobre rodas).



Figura 4: Celerífero, (Suzi Mariño Pequini 2000)

Esta invenção era bastante rudimentar, composta por uma trave de madeira prolongada por uma cabeça de animal colocada sobre duas rodas, também de madeira, uma atrás da outra, com direção fixa. O arranque era dado com os pés firmes no chão e com a ajuda de alguém que o empurrasse pois não tinha tração como as bicicletas as de hoje.

Para se movimentar era necessário apenas correr a grandes passadas a correr tentando alcançar cerca de oito ou nove quilômetros por hora. Não era nada cómodo, pois as pancadas sofridas no celerífero afetavam o condutor por falta de amortecimento. Mas o seu maior problema era o fato de não ser dirigível, o que o tornava inviável como meio de transporte.

Pode-se imaginar a dificuldade que se tinha ao conduzir um celerífero, devido ao fato de que, em alta velocidade, era praticamente impossível contornar uma curva, o que apenas se conseguia fazer usando força bruta.

Alguns autores atribuem a Sirvac a criação da bicicleta, mas como já foi dito, esta criação até hoje ainda é imprecisa. Além de Leonardo Da Vinci, também é atribuído esta mesma invenção ao povo alemão pois, segundo dados da bibliografia internacional existem dessas peças até ao final do século XIX no Germanisches National Museum de Nuremberg.

O Conde Sirvac apresentou a sua invenção na França onde desfilou nos jardins do Palácio de Versailles. O seu aperfeiçoamento deu-se a partir da criação da drasiana pelo Barão Karl Drais von Sauerbronn, em 1816, quando acrescentou molas ao assento e o guiador. É considerada a primeira pedicleta dirigível que foi criada em madeira.

Drais, animado com a sua invenção, resolve viajar para Viena. Foi um sucesso perante o famoso congresso daquele local, porém não foi total pois não encontrou nenhum comprador apesar do sucesso. Ele tinha consciência dos defeitos da sua invenção, o que o deixou ainda mais triste. Na figura 5 está apresentada a inovação de Drais. (Suzi Mariño Pequini 2000)

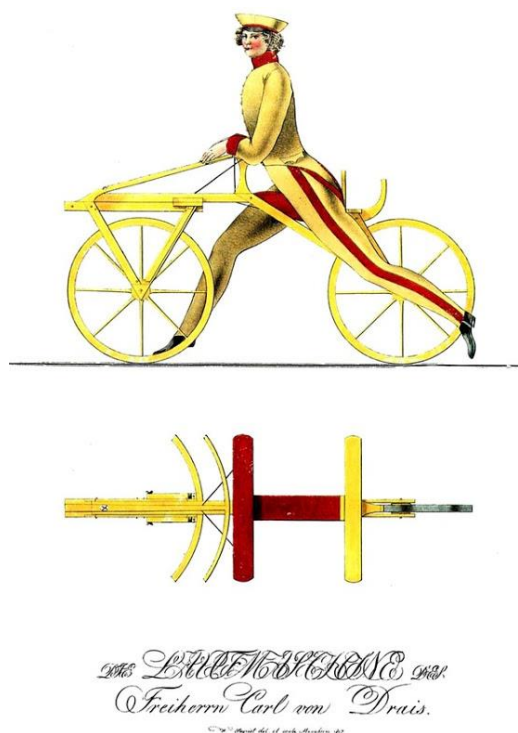


Figura 5: Drasiana, inovação do Barão Karl Drais,(Chinfra 2011)

Drais pediu no seu país, Baden, a patente da sua invenção, mas a petição foi negada com o argumento de que não foi encontrada nenhuma utilidade digna de menção. Alegaram que uma máquina assim só seria útil para pessoas sem deficiências a nível físico, pois os que não têm pés, teriam que a impulsionar com as mãos.

Apesar do fracasso, Drais tinha esperança de fazer negócio, oferecia acessórios de luxo para o público requintado, fazia provas com o intuito de tornar a sua invenção uma referência para manter a forma física e para o lazer, alertado que se poderia fazer muito exercício em pouco tempo e com pouco esforço.

Em 1818, Drais conseguiu a patente do seu veículo por dez anos. O facto de ser dirigível transformou-o num grande meio de transporte, pois, com a direção, tornava-se fácil conduzir e manter o equilíbrio. Em 1817, percorreu 50 quilômetros numa hora, trajeto que o carteiro da época demorava quatro horas para o percorrer. A partir daí, a imprensa começou a divulgá-lo alegando que era uma das novidades mais importantes no campo das ciências mecânicas, o que o tornou conhecido na Alemanha.

Drais tentou montar a sua própria fábrica, mas os fornecedores enganaram-no, levando todo o dinheiro que tinha e a tão sonhada fábrica que nunca abriu as portas. Desta forma os investidores e compradores rasgaram todos os acordos até então estabelecidos, os correios não foram exceção, proibindo os carteiros de usar as drasianas, pois o gasto com as solas dos sapatos era elevado.

Em outubro de 1817, George von Reichenbach, engenheiro da corte Maiz, criou um veículo seguindo os princípios da drasiana, porém com um centro de gravidade bem mais baixo devido ao facto da barra que servia de trave e assento ser muito baixa, tinha um assento acolchoado que podia subir e descer para acomodar os diversos tamanhos de usuários. A roda traseira movia-se dentro de um garfo dianteiro que era arqueado. Como é possível ver na figura 6. (Suzi Mariño Pequini 2000)

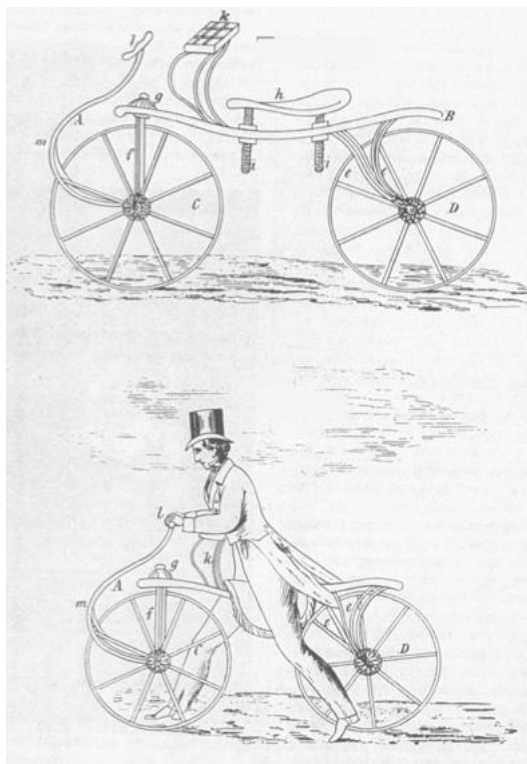


Figura 6: Drasiana de George von Reichenblank, (Suzi Mariño Pequini 2000)

De 1817 a 1819 surgiram mais três mecanismos. As evoluções são apresentadas na figura 7, sendo a primeira uma drasiana de 1817 e a segunda de 1819. (Suzi Mariño Pequini 2000)



Figura 7: Inovações na drasiana nos anos de 1817 e 1819, (Suzi Mariño Pequini 2000)

No ano de 1820, um mecânico de Munique construiu drasianas com uma parte em ferro, figura 8. Lembrando os celeríferos, apareceram na França veículos com cabeças de animais (figura 9). (Suzi Mariño Pequini 2000)

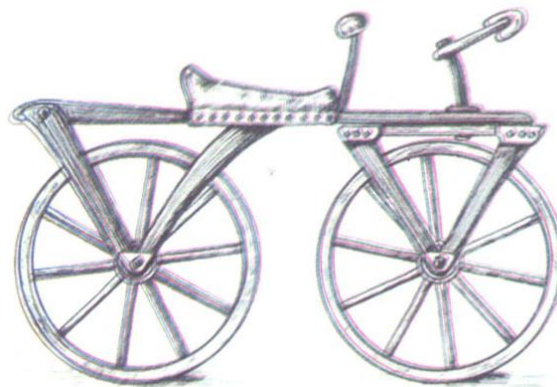


Figura 8: Drasiana de 1820, Munique, (Suzi Mariño Pequini 2000)



Figura 9: Drasiana de 1820, França, (Suzi Mariño Pequini 2000)

Os ingleses chamaram drasianas de Hobby-Horse, pois esta tinha-se tornado seu hobby preferido. Denis Johnson, detentor da patente da drasiana, lança no mercado estes veículos com raios em madeira e aros revestidos com ferro, as rodas eram estreitas para “estrada” e largas para os terrenos arenosos.

Em 1819, ele lança a bicicleta para senhoras, que tinha a armação em madeira revestida em ferro, muito curvada para baixar de forma a que as senhoras não tivessem



problemas com as saias longas e fartas, como está apresentado na figura 10. (Suzi Mariño Pequini 2000)



Figura 10: Drasiana para senhoras, (Suzi Mariño Pequini 2000)

A bicicleta de Kassler, figura 11, encontra-se no Museu Alemão em Munique. Foi a invenção mais veloz que a dos outros pelo facto de ter uma estrutura com o centro de gravidade mais baixo e as rodas maiores, mas a sua origem é desconhecida. (Suzi Mariño Pequini 2000)

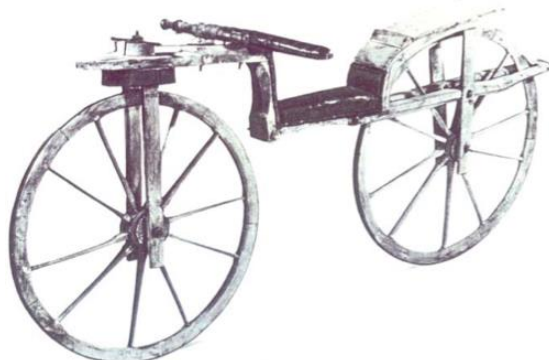


Figura 11: Drasiana de Kassler, (Suzi Mariño Pequini 2000)

No museu municipal de Bunzlau na Baixa Silesia, encontra-se outra invenção, figura 12. Nesta invenção falta o típico guiador das drasianas, não havendo documentos fidedignos sobre a sua procedência, nem sobre o inventor e a data da sua construção.



Figura 12: Drasiana sem guiador, (Suzi Mariño Pequini 2000)

Apesar de tantas invenções, os autores são unânimes em afirmar que Drais é o inventor da bicicleta dirigível, ficando conhecido como “pai espiritual da bicicleta”, (Suzi Mariño Pequini 2000).

As bicicletas foram evoluindo no que diz respeito à sua forma de condução, assentos reguláveis e outros acessórios, porém faltava ainda a criação de um mecanismo de propulsão

que não fosse através do contato dos pés com o chão. Perguntavam ao Barão Drais porque é que ele não tinha construído bicicletas impulsionadas com manivelas, mecanismo já utilizado anteriormente nos coches de tração muscular. Ele defendia o seu sistema de impulsão direta contra o solo alegando que o ser humano tem mais força nas pernas do que nos braços, (Suzi Mariño Pequini 2000).

Desde 1817, Drais já tinha pesquisado e pensado num outro sistema de impulsão, porém era tudo muito complicado e nada viável. Este mecanismo foi estudado pelo mecânico Nuremberg Johan Carl Siegmund Bauer, figura 13. Em 1821, o inglês Lewis Compertz encontrou uma solução, acoplando a uma drasiana um mecanismo composto por uma manivela e uma roda dentada que impulsionava a roda dianteira, figura 14, (Suzi Mariño Pequini 2000).

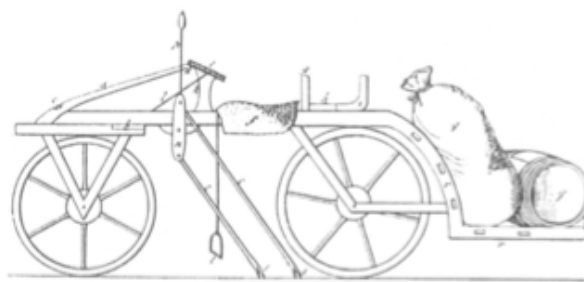


Figura 13: "Drasiana com mecanismo de propulsão", Bauer, (Suzi Mariño Pequini 2000)

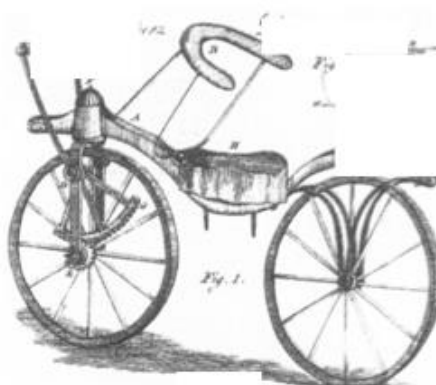


Figura 14: "Bicicleta de Compertz", (Suzi Mariño Pequini 2000)

Em 1838, Kirkpark McMillan, ferreiro escocês, acoplou elementos ao eixo da roda traseira que estavam ligados aos dois pedais unidos à parte dianteira do quadro, e pela primeira vez, torna-se realidade a tração da roda traseira, mecanismo utilizado até hoje. Como é possível ver na figura 15. (Suzi Mariño Pequini 2000)



Figura 15: Primeiro veículo com sistema de tração, de McMillan, (Bike emoção 2012)

Quinze anos depois, em 1853, o alemão Philip Moritz Ficher acoplou uma espécie de pedaleira à roda dianteira de uma drasiana e aros metálicos em ambas as rodas, transformando-a numa bicicleta, figura 16. Apesar do sucesso, esta invenção não influenciou no desenvolvimento da bicicleta.



Figura 16: Drasiana de Moritz, (Suzi Mariño Pequini 2000)

O primeiro pedal, propriamente dito, surgiu em 1855, inventado pelo francês Ernest Michaux.

Em 1861, o francês Pierre Michaux (1813-1883) construiu outra bicicleta com pedais, mas agora adaptados à roda da frente, figura 17.

Pierre e seu filho Ernest fundaram, com sucesso a primeira fábrica de bicicletas do mundo. A sua bicicleta, apesar da sua estrutura ser em ferro e madeira ter-lhe-á valido a alcunha de “Chucalha-Ossos”, que rapidamente conquistou grandes entusiastas.

Num ano, Pierre e Ernest Michaux produziram 142 bicicletas. Cada uma era vendida na época por um preço exorbitante de 450 francos.”(Barros 2008)



Figura 17: Bicicleta de Pierre e Ernest Michaux, (vélocipèdes 2008)

O crescente número de entusiastas, destes veículos “obrigou” as autoridades de Paris, a criar, por volta de 1862, caminhos especiais para os velocípedes nos parques. O objetivo era evitar que se misturassem com charretes e carroças. Surgiram, assim, as primeiras ciclovias.

No ano de 1865, toda a Europa multiplicou esforços para aperfeiçoar a bicicleta e os aperfeiçoamentos começam a ser usados com todo o equipamento de campismo e a ser levados para excursões longas nas estradas da Europa, surgindo o cicloturismo. (Barros 2008)

Em 1869, foi realizada a primeira prova de ciclismo. As primeiras manivelas e bicicletas ainda eram construídas em madeira mas as “michaulinas”, figura 18, eram construídas com quadros em ferro. A grossa roda foi trocada por uma roda de ferro, (Suzi Mariño Pequini 2000).



Figura 18: Michaulina, (Suzi Mariño Pequini 2000)

Apareceram as “Lallemente”, figuras 19 e 20, construídas por Pierre Lallemente em Paris, que logo consegue patente americana. Não teve êxito comercial como esperava.

Havia outras bicicletas com manivelas acopladas à roda dianteira, porém não se sabe ao certo se foram inventadas ou copiadas, como é o caso da bicicleta construída em 1844 por Gattilieb Mylius e seu filho Heinrich von Mylius, figura 21. Há uma outra bicicleta italiana que se encontra no Museu Nacional da Ciência e Tecnologia Leonardo Da Vinci, em Milão, cuja construção se atribui ao ano de 1855, o que é improvável devido ao facto do seu assento possuir molas de lâminas, que não eram características da época. (Suzi Mariño Pequini 2000)



Figura 19: Drasiana de Lallemente I, (Suzi Mariño Pequini 2000)



Figura 20: Drasiana de Lallemente II, (Suzi Mariño Pequini 2000)



Figura 21: Drasiana de Mylius, (Suzi Mariño Pequini 2000)

James Starley inventou os raios e Jules Truffant escavou o aro da roda, cobrindo-o de borracha.

Robert Thompson, em 1815, requereu a patente para o pneu de borracha.

O escocês Thomas McCall equipou a bicicleta de McMillan com freios.

No ano de 1868, surge em Itália, um modelo bastante frágil desse estilo de bicicleta.

Em Nova York, dois americanos deram continuidade às bicicletas do tipo McMillan, como se pode ver na figura 22. (Suzi Mariño Pequini 2000)

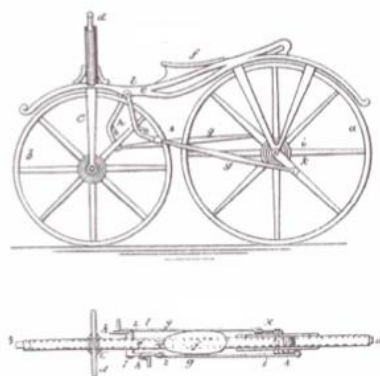


Figura 22: "Bicicleta tipo McMillan"(Suzi Mariño Pequini 2000)

Surgem em 1869 os modelos de bicicletas como tração traseira construídas por Trefz, um professor de Estugarda, modernizando definitivamente a técnica de tração com pedal. Este substituiu o pedal oscilante, criado por McMillan por um pedal com manivela através de varas, figura 23. (Suzi Mariño Pequini 2000)

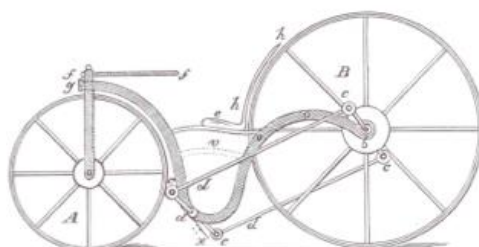


Figura 23: "Bicicleta tipo McMillan de tração com pedal"(Suzi Mariño Pequini 2000)

Nesse mesmo ano, Michaux constrói, em Paris, uma grande fábrica de bicicletas. Mas a descoberta mais significativa desse ano foi a de Guilmet-Meyer com a criação da tração ao centro do veículo, deixando de estar localizada na roda traseira. Pela primeira vez, e por meio de uma corrente contínua de transmissão, tornou-se antecessora imediata das bicicletas atuais, figura 24. (Suzi Mariño Pequini 2000)



Figura 24: "Primeira bicicleta com tração por corrente contínua de transmissão"(Suzi Mariño Pequini 2000)

No ano de 1877, Roseau apresenta um dispositivo que por meio de duas correntes multiplicava o giro da roda dianteira. Além deste dispositivo, outras alterações foram feitas, nomeadamente pela colocação de travões e de tiras de borracha coladas aos aros das rodas. (Barros 2008)



As bicicletas de roda dianteira maior que a roda traseira, figura 25, eram muito perigosas devido à parte dianteira ser bem mais pesada que a traseira o que provocava o seu capotamento facilmente. Estas rodas cresceram pelo facto de que quanto maiores fossem, mais velocidade se conseguia, isso passou a ser sinónimo de *status* pois, quanto mais alto estivesse o utilizador, mais distante dos outros ficava. Eram tão perigosas que foi criado um dispositivo para que o guiador se soltasse facilmente em caso de capotamento, não deixando o utilizador preso ao veículo. Estas chegaram a ter rodas de um metro e meio de diâmetro. (Suzi Mariño Pequini 2000)



Figura 25: Bicicleta perigosa (vélocipèdes 2008)

As firmas Singer & Co., Hilman e Herbert & Cooper produziram, em 1884, na cidade de Coventry a bicicleta de segurança chamada kangaroo, como se pode ver na figura 26, ou seja, canguru, que possuía, para evitar as perigosas capotamentos, novamente uma roda dianteira menor.



Figura 26: "Bicicleta kangaroo"(Suzi Mariño Pequini 2000)

Em 1887, John Bloyd Dunlop descobre o pneu a ar, embora seja verdade que Robert Thompson havia descoberto em 1845 este mesmo recurso, mas caiu no esquecimento e provavelmente Dunlop nada sabia acerca dessa primeira invenção.

A Fire Fly, da firma Cycle Co., foi uma das primeiras bicicletas equipadas em série com pneus a ar.

Esse pneu era, porém, muito rudimentar, pois quando rebentava ou furava, eram gastas várias horas na sua reparação. Os irmãos Michelin estudaram durante dois anos a

possibilidade de um pneu removível, tendo tido êxito, apesar de só eles acreditaram na sua invenção.

Em 1891, Charles Terront venceu a prova Paris-Brest, mesmo depois de ter furado o pneu cinco vezes, com uma vantagem de oito horas sobre o segundo colocado, que correu com rolos de borracha.

A popularidade que a bicicleta consegue com esta invenção foi enorme, existindo já cinco mil ciclistas, em 1890, somente na França. Dez anos depois, este número já era de dez milhões.

As suas qualidades como meio de transporte económico e de fácil armazenamento são descobertas e com isso vem o seu sucesso, tornando-se também um desporto mais acessível que os outros pela fácil aquisição de equipamentos.

Foi utilizada durante a Segunda Guerra Mundial pelas unidades de infantaria de Itália, França e, também, pela Holanda, Bélgica e Espanha como meio de transporte, sendo esta a bicicleta dobrável, que os soldados carregavam nas costas como mochilas, figura 27. (Suzi Mariño Pequini 2000)

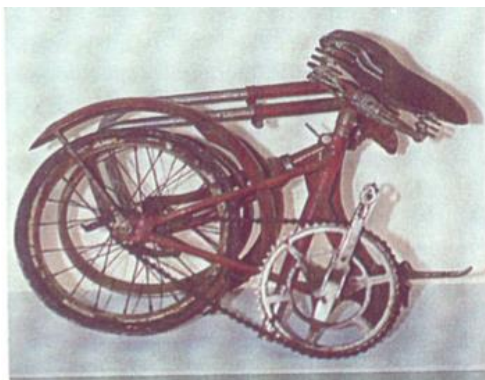


Figura 27: "Bicicleta dobrável"(Suzi Mariño Pequini 2000)

Humber desenvolve o quadro pentagonal ou trapezoidal no ano de 1890, que se manteve na sua forma básica até aos dias de hoje. E Rupalley, engenheiro parisiense, fabrica em 1895, uma bicicleta de alumínio com apenas nove quilogramas de peso contra as construídas na época em aço, que eram muito mais pesadas.

Ernest Sachs cria, em 1903, o famoso cubo torpedó, com roda livre e freio a contrapedal. A Reynolds, em Birmingham, desenvolve o tubo de aço sem costura, reforçado nas extremidades.

John Starley termina a era das bicicletas altas, lançando a sua bicicleta Rover III, com quadro trapezoidal curvado, rodas com raios tangenciais de tamanho quase iguais e transmissão por corrente para a roda traseira, figura 28. (Suzi Mariño Pequini 2000)



Figura 28: Rover III (Suzi Mariño Pequini 2000)



A partir daí, foram inúmeras as inovações com o sucesso da BMX nos anos 70, da Bicicleta de Montanha nos anos 80, até chegarmos aos dias atuais. (Suzi Mariño Pequini 2000)

## 1.2. Desenvolvimento motor na velhice

Para que fosse possível compreender o funcionamento e o desenvolvimento motor nas pessoas de mais idade, foi necessário recorrer a um livro especializado.

Para que seja possível criar um contexto representativo e elucidativo do nicho de mercado a que se destina este produto, foram analisados três temas fundamentais para a compreensão da evolução de todo o sistema motor ao longo da velhice desde a coordenação, postura e equilíbrio.

### Desenvolvimento motor na velhice

Segundo David L. Gallahue e John C. Ozmun (David L. Gallahue e John C. Ozmun 2003), a noção de que o papel das experiências motoras iniciais é importante para o desenvolvimento humano tem sido amplamente disseminada e documentada. Entretanto, poder-se-ia dizer que o movimento é primordial nas etapas iniciais da vida, durante o envelhecimento ele é imprescindível. Isto deve-se à necessidade do idoso em adaptar-se ao corpo em envelhecimento, o que reflete de forma marcante o grau de autonomia/independência desses indivíduos.

A constatação de que as mudanças de desenvolvimento não cessavam no início da idade adulta, fez com que muitos estudiosos percebessem que o desenvolvimento continuava ao longo de todo o curso de vida do ser humano, segundo Robertson (Robertson (1898) apud David L. Gallahue e John C. Ozmun 2003). Apesar de aparentemente óbvia, essa constatação trouxe uma nova perspectiva para o entendimento do processo de desenvolvimento a partir da década de 80, visualizando o desenvolvimento, em particular, o desenvolvimento motor, dentro do ciclo de vida como um fenômeno que envolve ganhos e melhorias de performances motoras e, também, perdas e diminuições. Isto, no entanto, envolve uma mudança conceptual, de atitudes e, também, de procedimentos metodológicos.

Segundo Wade (David L. Gallahue e John C. Ozmun 2003), o percurso entre o rápido aumento a nível da eficiência motora, especialmente, nas duas primeiras décadas de vida, e o declínio das mesmas habilidades adquiridas durante a sétima e oitava década de vida, faz com que os idosos tenham que lidar com o paradoxo da riqueza de experiências adquiridas ao longo da vida interagindo negativamente com as consequências de um sistema motor em declínio.

Mesmo que o desenvolvimento seja entendido como uma mudança no comportamento motor experienciado ao longo da vida, ele é, muitas vezes, atrelado a uma noção de mudança (positiva) de um estado para outro qualitativamente melhor, mais organizado e com ganhos de performance. No entanto à medida que a idade avança essas mesmas capacidades tendem a degradar-se.

O conceito de desenvolvimento visto como uma relação de ganhos e perdas sugere que nenhuma mudança de desenvolvimento durante o ciclo de vida seria meramente de ganho e, dessa forma, assume-se que qualquer progressão de desenvolvimento apresente, simultaneamente uma capacidade adaptativa nova. Como

um todo, o desenvolvimento no ciclo de vida progride dentro da limitação ou perturbação criada pela dinâmica ganho/perda.

Ainda que escassa, a literatura sobre padrões de movimento do idoso tem sugerido que existe uma interação entre a procura da tarefa e os processos que envolvem o movimento e o desempenho (resultado) propriamente dito, ou seja, uma mudança na procura da tarefa é acompanhada por uma modificação na forma como o movimento é desempenhado. Assim, um observador desavisado poderia interpretar que o idoso demonstra um padrão de arremesso, por exemplo, qualitativamente inferior ao esperado, no entanto, em determinadas situações, talvez esse comportamento estivesse refletido que o idoso soube adequar o seu movimento ao que a tarefa requeria. Aparentemente, o sistema (indivíduo) utiliza os seus recursos da melhor forma no sentido de responder a procura ambiental. Esse tipo de interpretação é, provavelmente, influenciada por algumas evidências que sugerem que os idosos parecem modificar a coordenação da ação, entretanto, o padrão de movimento observado pode ser fruto da restrição da tarefa e não de uma restrição associada ao processo de envelhecimento.

A noção de desequilíbrio/instabilidade do comportamento são, muitas vezes, entendidas como um estado desejável por anteceder uma organização mais elaborada, característica de ações mais habilidosas e complexas, revelaria, novamente, uma concepção de desenvolvimento referente apenas à criança e não do processo como um todo. Isto porque, mesmo que, hipoteticamente, o ambiente não apresentasse novo estudo ao indivíduo a partir da idade adulta, o simples aumento de tempo de resposta (somatória dos tempos de reação e de movimento) seria suficiente para exigir do indivíduo uma resposta adaptativa. Assim, o ideal seria ao menos manter o nível de performance pelo período mais longo possível. A manutenção desse estado relativamente estável de performance significaria que o indivíduo continuaria a responder satisfatoriamente às condições ambientais, apesar do declínio de determinadas capacidades motoras inerentes ao envelhecimento. Essa competência em termos de adaptação, sofreria uma grande influência do estilo de vida e, segundo os pressupostos teóricos de Baltes e colaboradores citados anteriormente, este processo seria possível através da seleção e otimização dos recursos existentes e o uso de mecanismos compensatórios frente às pesquisas ambientais, garantindo, assim, a continuidade do processo de desenvolvimento. Entretanto, um desequilíbrio nessa relação ganho/perda que excedesse os recursos compensatórios individuais, resultaria numa instabilidade que o organismo não conseguiria sustentar e, portanto, apresentaria uma mudança (salto) negativa, acarretando numa diminuição inevitável de desempenho, ou melhor, uma descontinuidade no processo de desenvolvimento.

Finalmente, como foi ressaltado por Suely Santos (Suely Santos 2004), o profundo entendimento do que está a acontecer pode, até certo ponto, nos capacitar num nível mais elevado de controle pessoal do processo de desenvolvimento. O fato do ciclo de vida não estar programado desde a concepção e poder ser influenciado por como nós escolhermos viver as nossas vidas, nos dá poder e responsabilidade em medidas iguais.

## Coordenação motora

A coordenação motora, segundo Rauchbach (Rauchbach (1990) apud David L. Gallahue e John C. Ozmun 2003), é a base do movimento homogêneo e eficiente, que

exige uma extensa organização do sistema nervoso, com utilização dos músculos certos, no tempo certo e intensidade correta, com o menor gasto energético.

É comum ouvir-se dizer que determinadas pessoas são descoordenadas e até desajeitadas, pois, quando solicitadas, suas respostas psicomotoras a alguns movimentos não correspondem ou são executadas de forma inadequadas.

A coordenação psicomotora ou neuromuscular é necessária em todos os movimentos, variando apenas no grau de solicitação. Quanto melhor for a qualidade da coordenação, mais fácil e preciso será o movimento realizado. A realização do movimento torna-se mais flexível e econômica, de modo que decresce o consumo energético e, conseqüentemente, a capacidade máxima de oxigênio cresce em relação a uma determinada solicitação muscular, baixando, simultaneamente, o nível de fadiga Hollmann (Hollmann apud Silva 1998).

Segundo Van Norman (Van Norman apud Silva 1998), a coordenação pode ser trabalhada com sequências de movimentos e uma infindável variedade de combinações de braços e pernas. Esta desempenha um papel fundamental na prevenção de acidentes e pode deteriorar-se rapidamente se não exercitada. Quanto mais complicado o desempenho motor, tanto maior será a importância da coordenação. O aperfeiçoamento, através da repetição transformará um acontecimento consciente, ligada ao córtex cerebral, em um processo de evolução inconsciente, cuja motricidade está entregue aos centros cerebrais secundários. Desse modo, o córtex é aliviado por um lado, e por outro, a realização de movimentos passa a ser dominada com mais segurança e exatidão do que anteriormente. O desenvolvimento da coordenação resulta em maior precisão de movimento e maior economia de esforço muscular porque há menor atividade muscular extrínseca. A precisão do movimento depende de inibição ativa de todos os neurônios motores, exceto os envolvidos no movimento desejado.

A coordenação motora tem atributos que permitem que o corpo tenha uma estrutura autônoma, ou seja, encontra em si mesmo a sua organização. É como elemento autônomo que ele entra em interação com o meio externo Piret e Béziers (Piret e Béziers 1992).

À medida que os anos tardios da vida se aproximam, há um declínio marcante nas capacidades físicas devido à crescente diminuição do rendimento motor, que variam de pessoa para pessoa, conseqüentes das inúmeras alterações do organismo humano no decorrer do processo de envelhecimento, vistas anteriormente neste estudo.

Portanto, a eficiência da coordenação motora também é comprometida, podendo até mesmo deteriorar-se se não exercitada. (Viviane Kawano Dias e Priscila Sguassabia Ferreira Duarte 2002)

## Equilíbrio e controle postural

A habilidade de manter o equilíbrio e controle postural eficientemente parece exigir um processo de tempo de reação funcional adequadamente. Entretanto, o tempo de reação é somente um dos muitos fatores que interagem com os objetivos de manutenção de equilíbrio e de controle de postura. Woollacott e Shumway-Cook (Woollacott e Shumway-Cook (1990) apud David L. Gallahue e John C. Ozmun 2003),

sugerem que múltiplos fatores neurónios e biomecânicos trabalham em conjunto para atingir o objetivo de equilíbrio. Eles listam estes componentes que podem desempenhar papel de influência no controle de equilíbrio de um indivíduo: (1) sinergias de reação músculo-postural; (2) sistema visual, gravitoceptual ou vestibular e somato-sensorial; (3) sistemas adaptativos; (4) força muscular; (5) escala de movimento das articulações; e (6) morfologia corporal.” (David L. Gallahue e John C. Ozmun 2003)

#### Conceito 20.5 - Vários fatores servem de componentes de interação na manutenção do equilíbrio e da postura

Vários grupos musculares, tanto na parte inferior quanto na parte superior do corpo, podem ser necessários para manter postura ereta controlada ou para regular o equilíbrio suavemente em várias situações motoras. O sistema visual fornece informações valiosas sobre a posição do corpo em relação ao ambiente, e os sistemas gravitoceptual ou vestibular e somato-sensorial contribuem com informações sensoriais sobre a posição do corpo e da cabeça em relação à gravidade e à percepção da posição das articulações.

Os sistemas adaptativos permitem que haja modificações nas informações sensoriais e nas reações motoras quando ocorrem alterações nas exigências da tarefa ou nas características do ambiente. A força dos músculos do tornozelo, joelho e quadril deve ser adequada para manter uma postura específica ou para controlar a restauração do equilíbrio, quando este é perturbado. A escala de movimento das várias articulações do corpo determina quão restrito ou quão livre um movimento pode ser, caso esse movimento requeira alto grau de equilíbrio. Finalmente, elementos da morfologia corporal, como a altura, centro de massa, comprimento dos pés e distribuição do peso corporal afetam a função biomecânica de manutenção da estabilidade. (David L. Gallahue e John C. Ozmun 2003)

#### Conceito 20.6 - Os idosos demonstram padrões motores diferentes dos padrões motores de adultos mais jovens, quando tentam restabelecer a estabilidade depois que o equilíbrio foi perturbado

Com a idade, o processo de manutenção de controle postural e de equilíbrio torna-se menos eficiente, particularmente no adulto mais idosos. Para muitos adultos mais idosos, os decréscimos no controle da postura podem representar alterações irreversíveis segundo Crill (Crill e colaboradores (1989) apud David L. Gallahue e John C. Ozmun 2003). Tem-se demonstrado que se a estabilidade de adultos mais idosos é perturbada, o processo de restauração é frequentemente diferente e menos efetivos do que o processo demonstrado por adultos mais jovens, segundo Woollacott (Woollacott e colaboradores (1986) apud David L. Gallahue e John C. Ozmun 2003). Uma diferença é o tempo de ativação muscular. Quando uma pessoa está em pé, em posição ereta, e algo faz com que ela perda seu equilíbrio e comece a balançar para trás, o procedimento de recuperação do equilíbrio envolve a ativação dos músculos flexores do tornozelo, seguida pela ativação dos extensores dos joelhos. A reação de ativação muscular em adultos mais jovens tende a ser mais rápida do que a reação

muscular dos adultos mais idosos. Alguns adultos mais idosos têm até demonstrado reversão do padrão de ativação muscular, quando tentam restabelecer o equilíbrio. Eles podem, ocasionalmente, ativar primeiro o grupo muscular extensor dos joelhos, seguido pelos flexores do tornozelo. Além disso, na tentativa de restabelecer o equilíbrio, alguns adultos mais idosos podem incorporar grupos musculares adicionais (isto é, músculos do quadril) que não foram utilizados por adultos mais jovens ou ativar o grupo muscular agonista (isto é, flexores dos joelhos ao mesmo tempo segundo, Manchester (Manchester e colaboradores (1989) apud David L. Gallahue e John C. Ozmun 2003), ocorrência que tem sido observada em crianças muito pequenas Forssberg e Nashner (Forssberg e Nashner (1982) apud David L. Gallahue e John C. Ozmun 2003).

Essa construção simultânea dos grupos musculares agonista e antagonista, feita pelos adultos mais idosos, pode representar uma estratégia de compensação pela inabilidade de ajustar bem o controle postural em um mesmo grau do que os adultos jovens, segundo Woollacott (Woollacott e colaboradores (1986) apud David L. Gallahue e John C. Ozmun 2003). O funcionamento apropriado dos sistemas gravitoceptual ou vestibular e visual parece ser crítico nas diferenças de controle postural entre idosos e mais jovens. Contanto que esses dois sistemas estejam intactos e capazes de receber e de transmitir informações sensoriais exatas, a habilidade de adultos mais idosos, é substancialmente reduzida, a habilidade dos adultos mais idosos de restaurar a estabilidade após perda de equilíbrio é muito mais fraca do que a habilidade de adultos mais jovens, segundo Woollacott (Woollacott e colaboradores (1986) apud David L. Gallahue e John C. Ozmun 2003).

## Conceito 20.7 - Estratégias de intervenção podem ser incorporadas para aumentar a estabilidade de adultos mais idosos

Embora muitos adultos experimentem declínios no equilíbrio e no controle postural relacionados à idade que se podem tornar irreversíveis (particularmente nos anos da velhice), várias possibilidades de intervenção podem ser úteis para reduzir a magnitude do declínio, promovendo estratégias de compensação, ou ambas. Alterações no sistema auditivo e visual associadas à idade podem ser difíceis ou impossíveis de compensar, porém, alterações no ambiente podem fornecer estímulos sensoriais mais fortes. Por exemplo, quando um adulto mais idosos está parado ou movimentando-se sobre uma superfície macia, a quantidade ou a qualidade de informações sensoriais enviadas dos receptores musculares, das articulações e do sistema gravitoceptual ou vestibular aos centros processadores por ser diminuída. Uma superfície mais firme, entretanto, pode fornecer informações sensoriais mais exatas e mais distintas, particularmente para os receptores musculares e de articulações dos tornozelos. Do ponto de vista visual, um aumento na iluminação do quarto poderia melhorar o número de ondas luminosas que alcançam e são transmitidas pela retina.

Através de exercícios específicos para aumento e reativação muscular os adultos mais idosos tendem a mostrar ganhos a nível de força muscular na parte inferior e na parte superior das pernas são particularmente importantes tanto para a manutenção do equilíbrio quanto para evitar as quedas que resultam de distúrbio de

equilíbrio, segundo Whipple, Wolfson e Amerman, (Whipple & Wolfson & Amerman (1987) apud David L. Gallahue e John C. Ozmun 2003). As consequências de uma queda podem substancialmente ser mais devastadoras para os adultos mais idosos, do que para alguém mais jovem, segundo Tinetti (Tinetti (1987) apud David L. Gallahue e John C. Ozmun 2003).

Conforme previamente mencionado, um segundo fator músculo-esquelético associado, que pode desempenhar papel influente na manutenção do equilíbrio, é a escala de movimento das articulações do corpo. Embora a flexibilidade das articulações dos mais idosos tende a ser mais restrita do que aquela de adultos mais jovens, segundo Shephard, Berridge e Montepare (Shephard & Berridge & Montepare (1990) apud David L. Gallahue e John C. Ozmun 2003), a participação em atividades físicas e em exercícios tem demonstrado melhorar a escala de movimento de adultos mais idosos e diminuir a diferença na flexibilidade usualmente observada entre os adultos jovens e os adultos mais idosos, segundo Dunn, Vaccaro e Clarke, Riki e Edwards (Dun & Vaccaro & Clarke (1985) e Riki & Edwards (1991) apud David L. Gallahue e John C. Ozmun 2003).

#### Conceito 20.9 - Inúmeras circunstâncias predispõem o adulto mais idoso a quedas

Muitos fatores parecem predispor indivíduos mais idosos a quedas. Desses fatores, vários têm origem psicológica; outros relacionam-se aos ambientes nos quais as quedas ocorrem. Similarmente, as exigências de uma tarefa podem desempenhar papel fundamental na criação de situações precárias. Fatores fisiológicos podem incluir alterações associadas à idade ou a doenças em vários sistemas sensoriais, entre os quais o sistema nervoso central ou o sistema músculo-esquelético. As exigências de certas tarefas podem requerer que um indivíduo ao movimentar-se além de uma zona confortável de estabilidade, tornando-o vulnerável a outras forças. Uma lista de fatores de risco para quedas e algumas estratégias potenciais de intervenção. (David L. Gallahue e John C. Ozmun 2003)

Os possíveis fatores de risco estão descritos na tabela 1, aliados a possíveis estratégias de intervenção.

Tabela 1: "Fatores de risco de quedas e possíveis estratégias de intervenção", fonte: (David L. Gallahue e John C. Ozmun 2003)

Possíveis fatores de risco dos adultos mais idosos	Possíveis estratégias de intervenção
Diminuição da força muscular	- Exercícios de treino de força - Aparelhos de assistência (andairhos, muletas) - Exercícios de alongamento
Diminuição da flexibilidade das juntas Diminuição das habilidades visuais	- Aumento da iluminação da sala - Redução dos tratamentos oftalmológicos
Diminuição das habilidades auditivas Diminuição da propriocepção	- Remoção da cera do ouvido - Aparelho de assistência
Lentidão do tempo de reação Medicação	- Superfícies firmes para caminhar - Calçados apropriados - Melhoria visual do ambiente - Evitar superfícies irregulares - Aparelhos de assistência (muletas, andairhos) - Estilo de vida ativo - Atenção focada na prescrição prática de atividades de motivação - Consciência dos efeitos colaterais dos medicamentos.

O declínio nos sistemas visual auditivo e gravitoceptual ou vestibular são comuns em adultos, à medida que envelhecem, aumentando o risco de quedas. Quedas podem ocorrer quando alguém tropeça em um objeto perigoso porque é incapaz de vê-lo em um quarto mal-iluminado. A instabilidade de distinguir sons produzidos pelos pés em diferentes tipos de superfície pode reduzir ou eliminar certas informações benéficas à manutenção da estabilidade. O funcionamento impróprio do sistema gravitoceptual ou vestibular pode resultar em tonturas e colocar as pessoas em risco de queda.

A desaceleração e a ruptura do sistema nervoso central podem aumentar a vulnerabilidade da pessoa mais velha a quedas. O tempo rápido de reação pode auxiliar a pessoa, na iminência de cair, a recuperar o equilíbrio, quando sua estabilidade é perdida. (David L. Gallahue 2003).

Enquanto crianças não é possível dominar os movimentos e a coordenação dos mesmos, no entanto, à medida que o ser humano cresce vai aprendendo a dominar os seus movimentos.

Contudo, esta evolução não é necessariamente algo de bom, pois numa fase mais avançada da vida do ser humano essa mesma aprendizagem de nada serve quando o corpo já não corresponde, restando apenas ao idoso readaptar-se.

O idoso apesar de sábio regride de tal forma que volta à fase inicial da sua vida, em que o seu comportamento e o domínio das suas capacidades é idêntico ao das crianças.

### 1.3. Antropometria e análise biomecânica

O estudo da antropometria é um fator extremamente determinante para o sucesso deste tipo de produtos.

Para uma postura correta do utilizador é necessário que todos os componentes da bicicleta funcionem de forma a que seja possível uma adaptação ao utilizador e que este mantenha sempre a postura mais correta.

De acordo com dados recolhidos, a posição ideal é quando o indivíduo fica com o quadril a  $45^\circ$  na posição neutra de pedalar, pois, é a posição normal do utilizador enquanto descontraído, segundo Suzi Pequini (Suzi Mariño Pequini 2000).

Segundo Dreyfuss (Dreyfuss 1966 apud Suzi Pequini 2000), os ângulos ideais para utilizadores de bicicletas, são os apresentados na figura 29.

No anexo D (página 111 a 113, figuras 80 a 82) são apresentadas figuras com as dimensões e respetivos percentis.

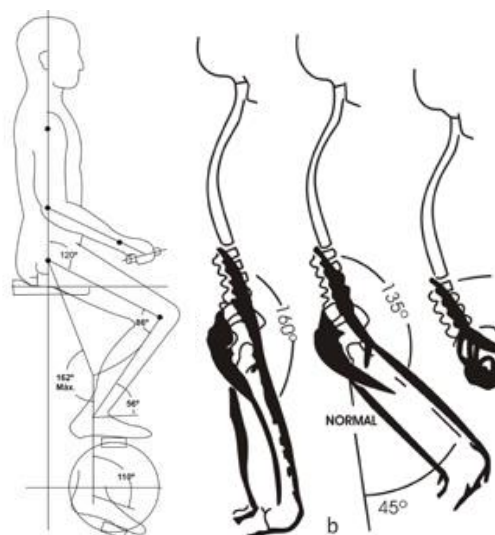


Figura 29: Ângulos ideais para utilizadores de bicicletas

Segundo Suzi Mariño Pequini (Suzi Mariño Pequini 2000), existe uma fórmula que é muito utilizada para determinar o posicionamento ideal dos utilizadores de bicicletas. Para isso, é necessário saber as medidas do tronco, da perna, da coxa e do antebraço, entrepernas e ombros (figura 30).



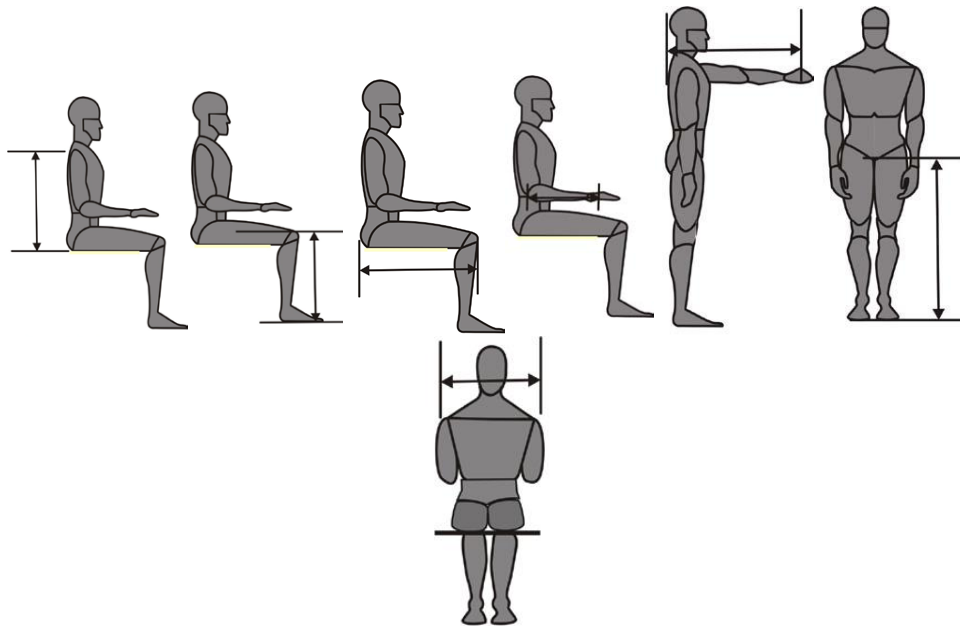


Figura 30: Medidas

### As dimensões da bicicleta

Segundo Hinault (Hinault (1988) apud Suzi Pequini 2000), o primeiro elemento da bicicleta a ajustar deve ser o selim, pois é o apoio principal e a sua posição comparativamente à localização da transmissão central determina as condições ergonómicas da movimentação das pernas.

Em seguida, o outro elemento a ser ajustado é o guiador, este deve estar disposto de forma a que o utilizador consiga pedalar com mais velocidade, a mão deve estar numa posição mais elevada segundo Suzi Pequini (Suzi Mariño Pequini 2000).

A bicicleta caracteriza-se pela subdivisão importante de medidas, estas são:

- A forma definitiva da estrutura, não tendo qualquer importância os objetos adicionados, como é possível observar na figura 31.

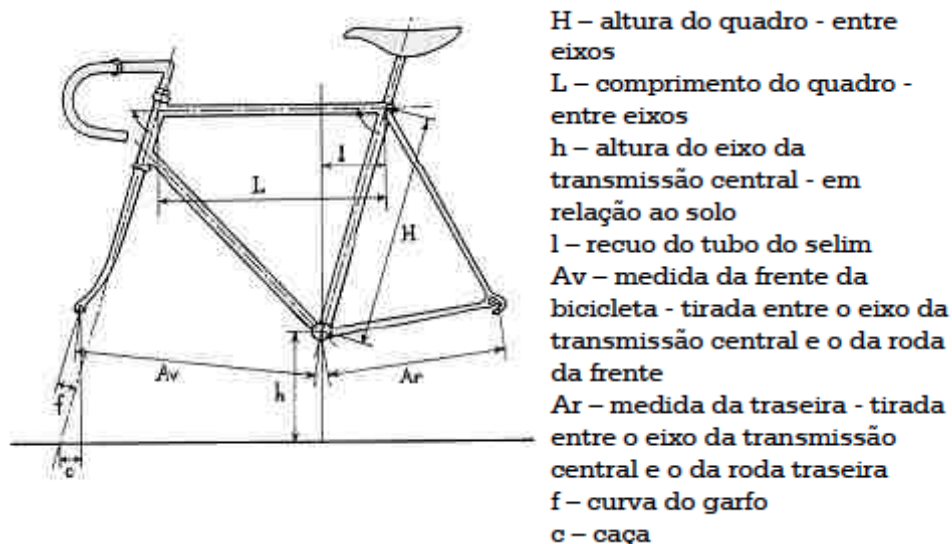
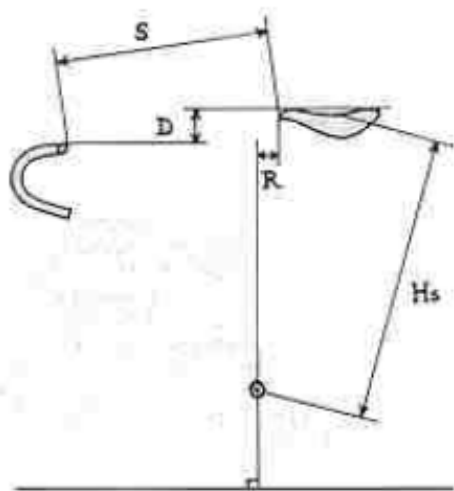


Figura 31: Dimensões do quadro (Hinault (1988) apud Suzi Pequini 2000)

- A variação da altura do guiador e a regulação do selim, seja no avanço, recuo e altura, conforme se pode ver na figura 32.



$H_s$  – altura do selim - distância que separa o eixo da transmissão central da parte central superior do selim  
 $R$  – recuo do selim - distância que separa o bico do selim da vertical que passa pelo eixo da transmissão central  
 $S$  – distância selim-guião - entre o bico do selim e a parte horizontal do guidão onde aperta o espigão do guidão  
 $D$  – desnível selim-espigão do guidão - correspondente à diferença das alturas do selim e do espigão do guidão, no seu topo, acima do quadro

Figura 32: "Cálculo da altura do selim", (Hinault (1988) apud Suzi Pequini 2000)

Segundo Suzi Pequini (Suzi Mariño Pequini 2000), a bicicleta é caracterizada por três medidas estruturais:

- Dimensão em altura (entre eixos);
- Inclinação do tubo do selim;
- Dimensão em comprimento do tubo horizontal (entre eixos).

### Altura do quadro

Segundo Hinault (Hinault (1988) apud Suzi Pequini 2000) a altura do quadro é proporcional à altura do selim, não dependendo do comprimento das pernas do utilizador.

Para calcular a altura do quadro fazem-se os seguintes cálculos:

- Multiplicar a altura entrepernas pelo coeficiente 0,65.

### Inclinação do tubo do selim

Segundo Ambrosini (Ambrosini (1990) apud Suzi Pequini 2000), a inclinação do tubo do selim relativamente à linha horizontal deve ser de  $72^\circ$ .

No caso de se aumentar  $0,5^\circ$  a  $1,5^\circ$ , diminuindo desta forma o ângulo, é obtida a posição mais confortável, tornando a forma de pedalar mais ágil, não obrigando o utilizador a debruçar-se demasiado sobre o guiador. No caso de existir um trajeto com uma subida acentuada, convém aumentar o ângulo, não ultrapassando os  $74^\circ$ .

Quanto maior inclinação houver, menor será o ângulo, o que trará maior agilidade e comodidade para o utilizador, no caso de haver uma menor inclinação, existe um aumento a nível de ângulos, o que diminui a agilidade e aumenta a força exercida, ver figura 33.

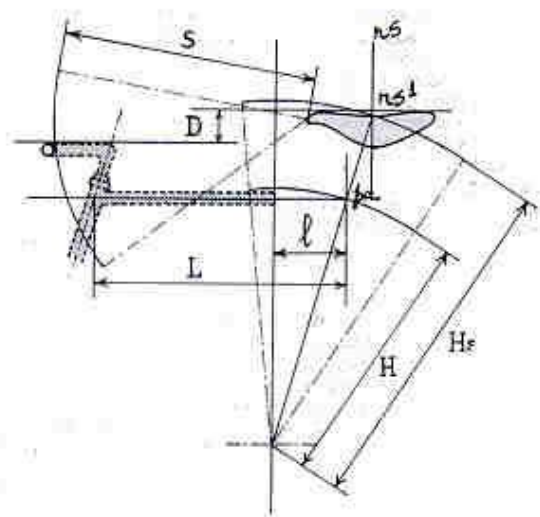


Figura 33: "Cálculo da inclinação do tubo do selim", (Hinault (1988) apud Suzi Pequini 2000)

### Comprimento do tubo horizontal

Neste caso não é propriamente a medida do tubo horizontal que interessa para o caso, até porque a bicicleta alvo não deve conter este tubo. Esta medida, no entanto servirá para se ter uma ideia da medida que terá que existir entre o selim e o guidador.

O comprimento calcula-se de acordo com a soma das medidas do tronco e do braço. De seguida recorre-se a uma tabela (tabela 2) de referências, desenvolvida por Ambrosini (Ambrosini (1990) apud Suzi Pequini 2000), onde se obtém o valor do comprimento do tubo horizontal.

Tabela 2: Tabela de referências, (Ambrosini (1990) apud Suzi Pequini 2000)

Tronco/braços	Tubo horizontal
100	53
101	53,4
102	53,8
103	54,1
104	54,4
105	54,7
106	55
107	55,3
108	55,6
109	55,9
110	56,2
111	56,5
112	56,8
113	57,1
114	57,4
115	57,7
116	58
117	58,3
118	58,6
119	58,8
120	59
121	59,2
122	59,4
123	59,6
124	59,8
125	60

### Altura do selim

Segundo Ambrosini (Hinault (1988) apud Suzi Pequini 2000), o tubo do selim deve de estar em proporção com o comprimento entrepernas do utilizador.

Com o possível ajuste da altura do selim, pode-se conjugar a força com a facilidade de movimentos, o que representa uma melhor optimização ergonómica.

### Largura do guiador

Segundo Porter (Porte (1996) apud Suzi Pequini 2000), a largura do guiador deve corresponder à largura dos ombros, no caso do guiador ser estreito dificulta a respiração do utilizador, caso seja demasiado largo causará fadiga muscular, figura 34.

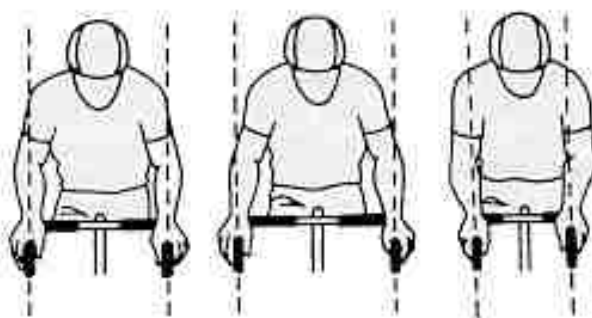


Figura 34: Largura do guiador, (Porte (1996) apud Suzi Pequini 2000)

## Ângulos e ajustes do guidador

Segundo Dreyfuss H.(Dreyfuss 1966 apud Suzi Pequini 2000), existem recomendações que se consideram aquando o ajuste do guidador. O desenho a seguir, representa os ajustes para o percentil 5% feminino, mas também para o percentil 95% masculino (figura 35).

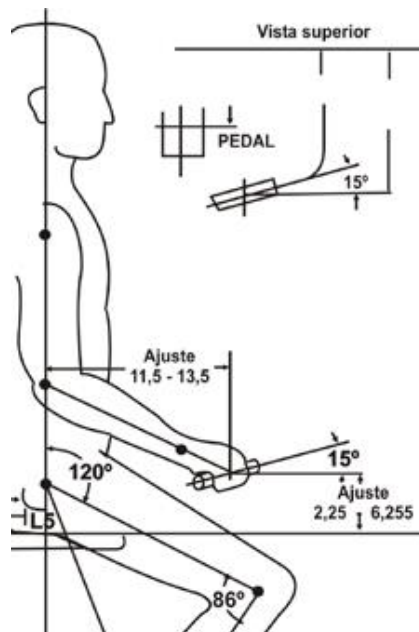


Figura 35: Ângulos de ajuste

## Inclinação do tubo da direção

Segundo Suzi Pequini (Suzi Mariño Pequini 2000), a direção refere-se a todo o conjunto constituído pela forquilha dianteira, o tubo do eixo e o guidador. Este fator é de elevada importância, não só porque é responsável pela direção, mas também responsável pelo equilíbrio e estabilidade da bicicleta.

Segundo Ambrosini (Ambrosini (1990) apud Suzi Pequini 2000), normalmente, a dimensão inclinação é igual à do tubo da dimensão do selim. Ao aumentar a inclinação irá aumentar a segurança na direção, a elasticidade e a estabilidade da postura, caso de diminua a inclinação, reduz-se a estabilidade e notando-se as vibrações, no entanto consegue-se uma maior rapidez de saída.

## Comprimento da pedaleira

Segundo Suzi Pequini (Suzi Mariño Pequini 2000), são utilizadas pedaleiras de 17 cm, mas existem de maior e menores dimensões, havendo no entanto estudos que comprovam que, quanto maior for a pedaleira menor será o esforço realizado, mas também é mais susceptível a ocorrerem dores articulares.

#### 1.4. Análise de mercado

Nesta fase foi elaborado o levantamento de diversas marcas já existentes no mercado, no entanto nesta fase a pesquisa é apresentada do ponto de vista global sendo mostrados uma enorme diversidade de produtos. No entanto existem muitas outras marcas, como a Órbita, Orbea, Berg, Sirla, Crabbe, Bianchi, Humber, Peugeot, Royal Stella, Rudge, entre muitas outras.

A BTT (Bicicleta Todo o Terreno) é caracterizada por quadro leve, mas robusto. Esta bicicleta está preparada para todo o terreno e para circular em condições adversas, esta é normalmente equipada com dois amortecedores, pois no desempenho das suas funções, esta bicicleta tem de estar preparada para aguentar embates fortes, sem prejudicar o utilizador. A tabela 3 apresenta algumas marcas de bicicletas do segmento BTT.

Tabela 3: Bicicletas BTT

<p>BTT</p> 	
--	---

Por outro lado, as bicicletas de cidade continuam a apresentar um quadro resistente, mas não tão robusto, nem tão leve quando o de uma bicicleta BTT.

Estas bicicletas normalmente não vêm equipadas com suspensão, ou com só com suspensão dianteira, pois não estão sujeitas às condições em que as bicicletas BTT têm de operar. Nos modelos de senhora, este tipo de bicicleta costuma vir equipada com um cesto para transportar objetos, no entanto quer na bicicleta para senhora quer para senhor, esta trás um suporte traseiro e um ponto de iluminação dianteiro. Na tabela 4 são apresentadas algumas marcas de bicicletas de cidade.

Tabela 4: Bicicletas de Cidade



As bicicletas desdobráveis, apresentam dimensões mais reduzidas, o quadro continua a ser robusto e leve, dada a necessidade de transporte quando esta se encontra dobrada .

Esta bicicleta torna-se mais versátil pelo facto de poder ser transportada na mala de um carro, mas tem o inconveniente de requerer mais esforço por parte do utilizador aquando a sua utilização devido à baixa dimensão das rodas.

Na tabela 5, são apresentadas algumas marcas de bicicletas desdobráveis.



Tabela 5: Bicicletas desdobráveis

<p>Desdobráveis</p> 	
--	---

O passo seguinte, é analisar, dentro de diversas marcas produtos que se enquadrem com o produto proposto a desenvolver.

Esta pesquisa encontra-se subdividida em produtos existentes no mercado e produtos conceptuais, ainda não disponíveis para o cliente comum.

#### 1.4.1. Tipos de bicicletas

Dentro do mercado das bicicletas, este pode-se dividir em diversos grupos, como BTT, BMX, Cidade, Desdobrável, Triciclos, entre outros. Para que esta pesquisa não se alargue demasiado, são apresentados dois tipos, as bicicletas e os triciclos, pois é a partir de algumas formas e componentes das bicicletas (figura 36) que poderá vir a surgir um novo produto seguindo as linhas dos triciclos (figuras 40, 41, 42 e 43).



## Bicicletas de duas rodas existentes

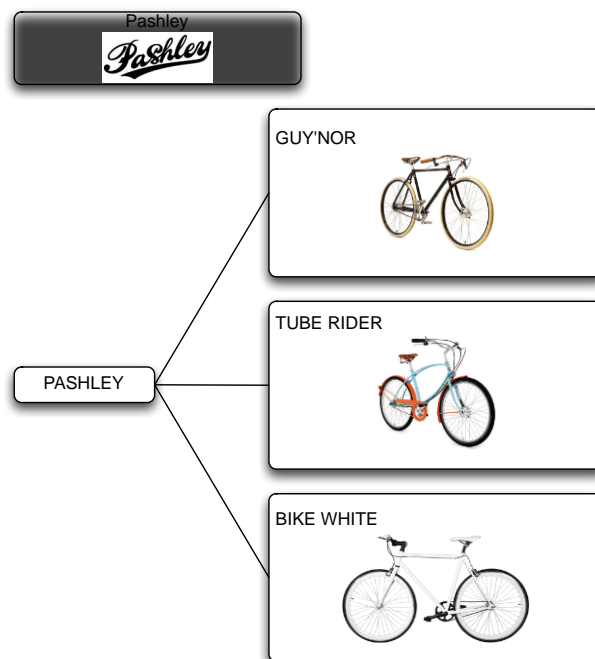


Figure 36: Bicicletas Pashley, (Pashley 1998-2013)

## Bicicletas de duas rodas conceituais

Segundo o autor do produto apresentado na figura 37, este combina dois tipos de conceitos num único produto, dando ao utilizador a possibilidade de escolher o que mais lhe agrada, andar de bicicleta, dando aos pedais ou então utilizar o objeto como uma trotineta.

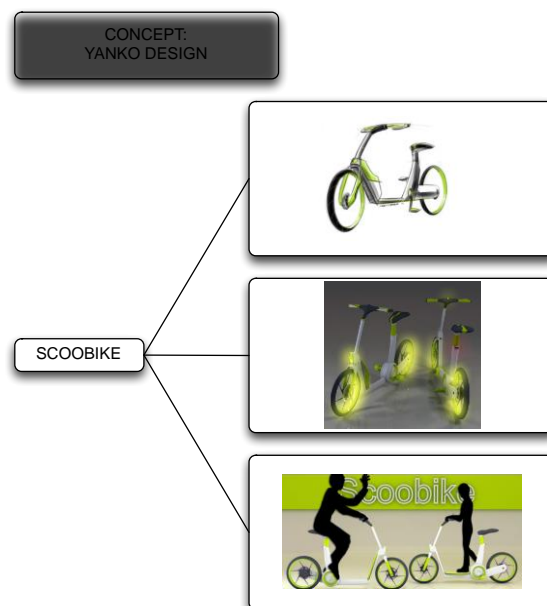


Figura 37: Scoobike (Amy 2011)

O autor do produto apresentado na figura 38, diz que que esta bicicleta é para pessoas que andam permanentemente em movimento, ou mudanças, é um produto compacto e a sua estrutura é resistente ao vandalismo.

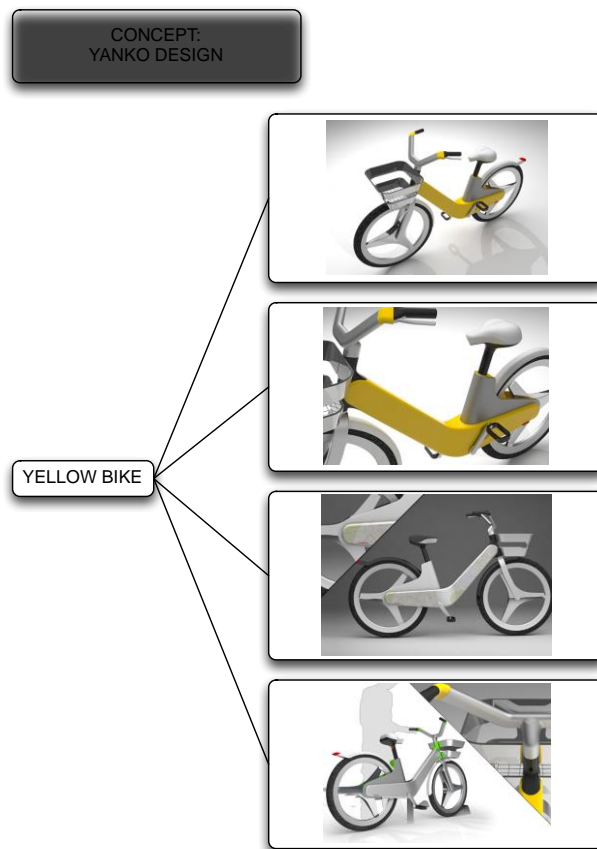


Figura 38: Bicicleta Amarela (Guenther 2009)

Nas figuras 39 é apresentado um produto com características inovadoras, pois este permite que o utilizador usufrua de uma condução em posição de relaxamento e consiga mudar em andamento a para a posição dita normal.

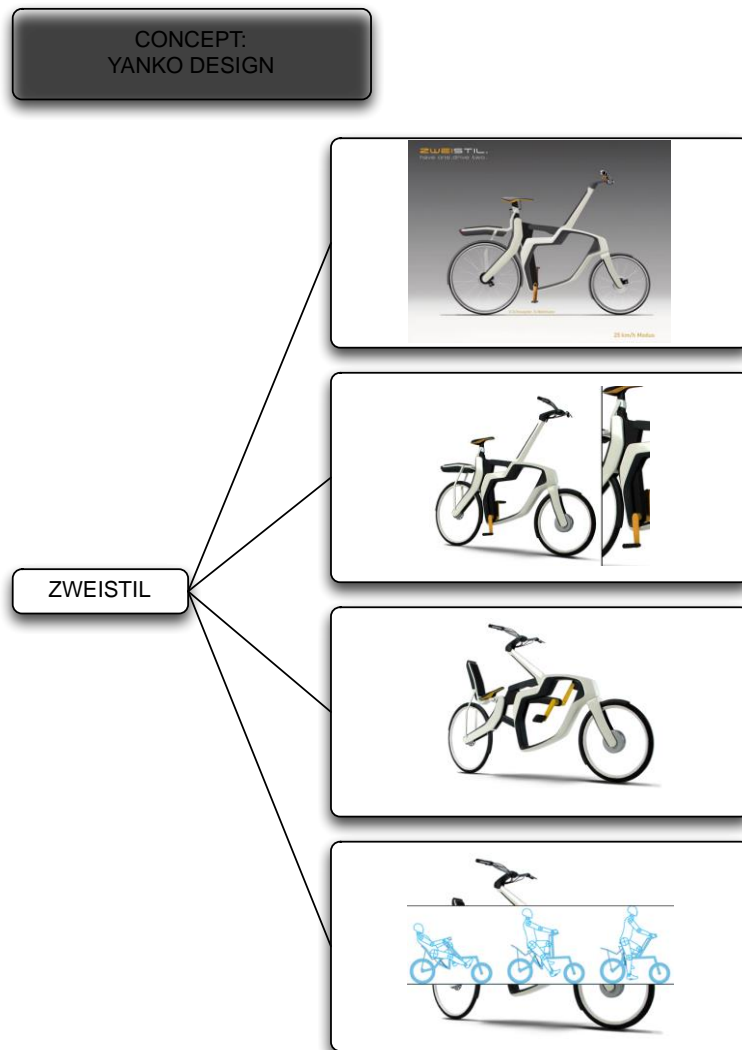


Figura 39: Zweistil – Uma bicicleta com diversas posições da bicicleta (Stefan 2009)

#### 1.4.2. Tipos de triciclos

##### Triciclos existentes

O produto apresentado na figura 40 é o mais utilizado pelas pessoas de mais idade. A presença deste tipo de produtos no mercado veio garantir a pessoas de mais idade, ou pessoas com alguma dificuldade de equilíbrio ou mobilidade reduzida, de se poderem deslocar para os mais diversos lugares, uma vez este produto é constituído por três rodas que trazem maior estabilidade ao veículo.

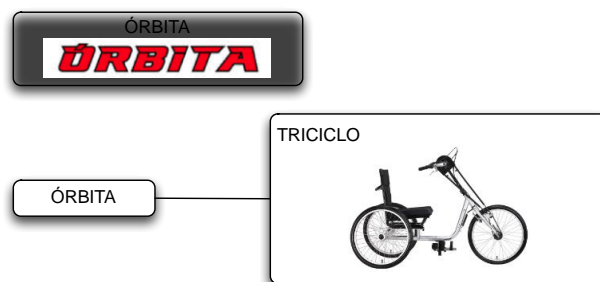


Figura 40: Triciclo (Órbita)

A figura 41 apresenta um produto desenvolvido a pensar na forma de melhorar produtos existentes para pessoas portadoras de deficiência. Segundo o autor desta invenção, Tom Robbins (Robbins 2010), diz que a inspiração para este produto surgiu após observar uma pessoa especial a tentar utilizar uma bicicleta destas.

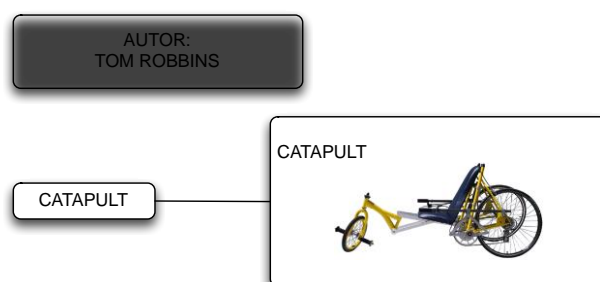


Figura 41: Catapulta (Robbins 2010)

A empresa Pashley apresenta alguma variedade de triciclos, como é possível ver nas figuras 42 e 43.

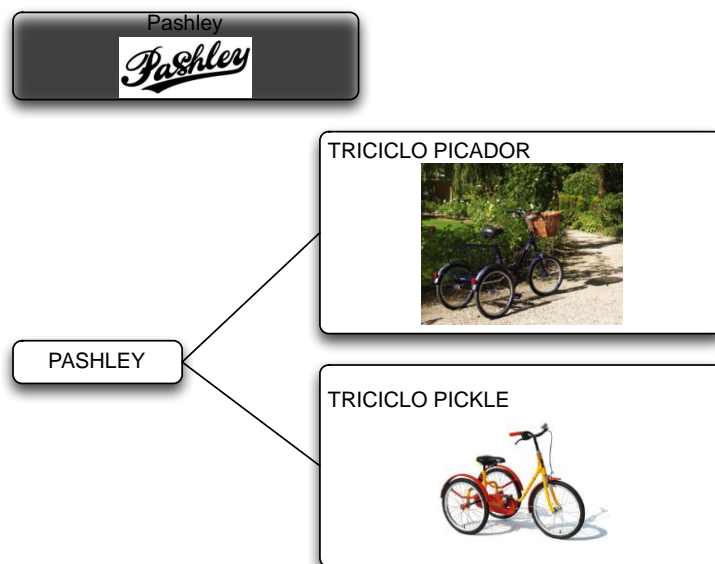


Figura 42: Triciclos (Pashley 1998-2013)

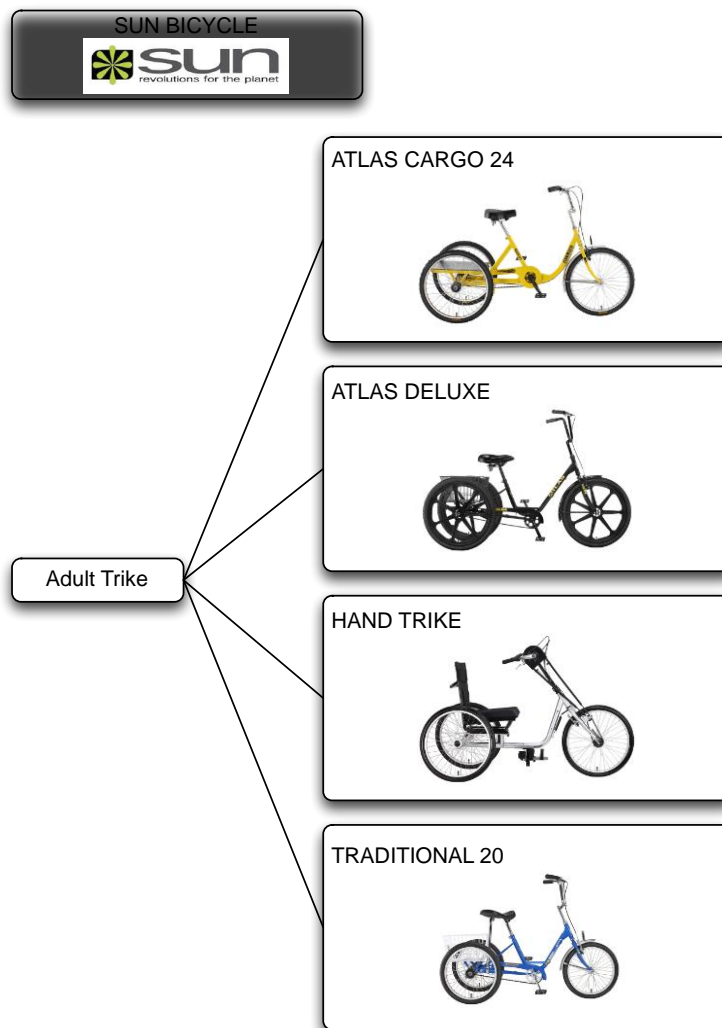


Figura 43: Triciclos para adultos, (Bicycles 1972)

### Triciclos conceptuais

A figura 44 apresenta um conceito baseado nas cadeiras de rodas, esta inclui um motor para facilitar o deslocamento do utilizador, uma vez que este poderá ser portador de algumas dificuldades motoras.

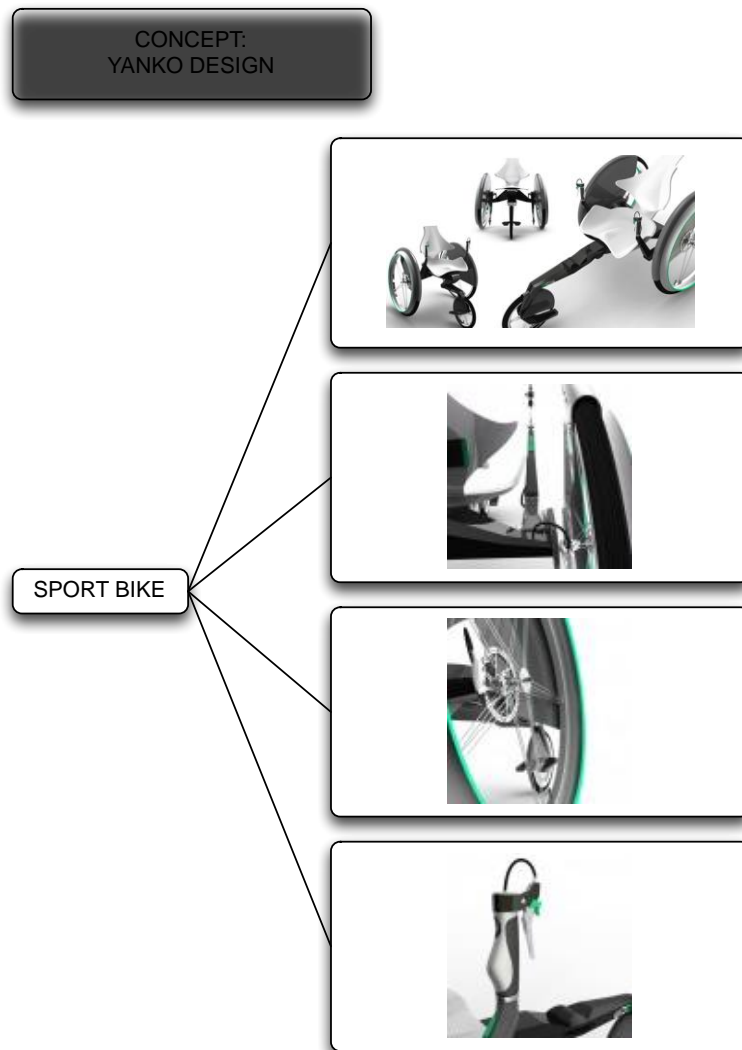


Figura 44: Bicicleta desportiva de mobilidade expansiva (Bär 2011)

## Parte II - Projeto

### 2. Descrição do produto

No âmbito desta dissertação e seguindo o tema da mesma, este projeto teve como objetivo a criação e desenvolvimento de uma alternativa às soluções já existentes no mercado.

Este produto é inspirado no trajeto de vida do ser humano, desde tenra idade em que a sua aprendizagem se inicia com a utilização do triciclo, que por conseguinte evolui para uma bicicleta de duas onde adquire a noção de equilíbrio e estabilidade. Mais tarde, com o passar dos anos ou por alguma enfermidade, o veículo de duas rodas, a bicicleta, deixa de ser um veículo suficientemente seguro e estável surgindo assim a necessidade de um veículo de três rodas.

Surge assim a necessidade de desenvolver um produto diferenciador pelo seu eixo traseiro ajustável e pelo seu sistema de mudanças inovador.

### 3. Ferramentas aplicadas ao projeto

#### 3.1. Project Brief

De acordo com a estratégia definida, pretende-se a realização de um projeto na área da mobilidade, com vista ao sucesso do novo produto. Com base nos pressupostos e objectivos traçados, realizou-se um documento estratégico (tabela 6) onde são descritas as bases deste projeto para uma melhor organização no desenvolvimento do novo produto.

Tabela 6: Project Brief

<b>Descrição do produto</b>	Veículo com a capacidade de permanecer estável independentemente da velocidade e piso em que circule
<b>Objetivos</b>	Realização de um projeto na área da mobilidade.
<b>Mercado-Alvo</b>	Doméstico (segmento do mercado)
<b>Restrições e Pressupostos</b>	Incorporação de peças feitas em materiais poliméricos e metálicos. Produto para utilização no exterior. Utilização do sistema Nuvinci 360. Cumprir com a norma UNE-EN 14764 (bicicletas de passeio). Produção em série
<b>Stakeholders</b>	Universidade de Aveiro: <ul style="list-style-type: none"><li>• Departamento de Engenharia Mecânica</li><li>• Departamento de Comunicação e Arte</li></ul> Consumidores; Cadeias de Distribuição; Serviço pós -venda

### 3.2. Mercado–alvo

Durante a pesquisa de mercado e como estratégia, foi idealizado um veículo com a capacidade de se manter estável durante a sua deslocação e facilitando a sua arrumação.

Este segmento é caracterizado por um conjunto de pessoas que se encontram com a sua capacidade física em decadência ou condicionada e por pessoas de mais idade que pretendem deslocar-se autonomamente com a maior segurança possível e por consequência queiram eliminar o estigma associado às bicicletas de três rodas, denominada como triciclo.

O mercado que o projeto pretende alcançar, corresponde a uma população pronta a aderir e a adquirir inovações que respondam às necessidades do uso doméstico. Uma faixa etária com um nível de vida médio, caracterizado pelo cansaço profissional e rotineiro, ou aposentados, que desse modo estão dispostos a adquirir um produto de qualidade que ofereça momentos de descontração.

Uma população consumista disposta a investir mais por um produto melhor. O mercado-alvo são pessoas entre os 30 e os 80 anos, que permanecem atentas aos produtos que respondam às suas necessidades e que melhorem o seu estilo de vida.

Estas pessoas geralmente vivem afastadas das cidades em casas inseridas em ambientes rurais e têm um estilo de vida aberto às tendências da moda e inovação.

### 3.3. Normalização UNE-EN 14764

No que diz respeito ao desenvolvimento de um produto, este rege-se pela norma a ele associada, desta forma evitam-se falhas que possam pôr em risco a segurança do utilizador.

Neste caso, a norma associada ao produto a desenvolver, é baseada na norma UNE-EN 14764, esta é uma norma de bicicletas de passeio.

Esta norma também apresenta diversos ensaios que são realizados para garantir a resistência e a durabilidade dos diferentes componentes e da bicicleta no seu conjunto.

A norma europeia especifica os requisitos de segurança e as prestações relativas ao desenho, a montagem e os ensaios das bicicletas e seus subconjuntos previstos para sua utilização nas vias públicas e mencionando as diretrizes relativas à sua utilização e manutenção.

#### 3.3.1. Pontos fundamentais no desenvolvimento de uma bicicleta

Na norma são descritos os pontos fundamentais para o desenvolvimento da bicicleta, tais como:

- Definição dos ensaios de travagem e resistência (ponto 4.1)
- Arestas vivas (ponto 4.2)
- Segurança e resistência dos elementos de fixação relativos da segurança (ponto 4.3)
- Método de detecção de fissuras (ponto 4.4)
- Saliências (ponto 4.5)
- Travões (ponto 4.6)
- Direção (ponto 4.7)



- Quadro (ponto 4.8)
- Forquilha dianteira (ponto 4.9)
- Conjuntos de rodas/pneus (ponto 4.10)
- Rodas, pneus e câmaras-de-ar (ponto 4.11)
- Paralamas (ponto 4.12)
- Pedais e conjunto de transmissão pedal/biela (ponto 4.13)
- Selins e espigões dos selins (ponto 4.14)
- Corrente de distribuição (ponto 4.15)
- Proteção de corrente (ponto 4.16)
- Proteção de disco e raios (ponto 4.17)
- Comportamento e utilização da bicicleta totalmente montada (ponto 4.19)
- Iluminação e refletores (ponto 4.20)
- Dispositivo de aviso (4.21)

### 3.4. Recolha das necessidades do cliente

A recolha das necessidades é elaborada após a identificação do mercado-alvo, assim é possível obter um maior número de informação recorrendo ao público para o qual o produto a desenvolver se destina. A recolha pode ser realizada com recurso a observação direta ou através de inquérito dirigido à população em questão.

#### 3.4.1. Identificação de necessidades por observação direta

Numa fase inicial, foram recolhidas algumas necessidades através da observação direta, esta focou-se nos diversos modelos já existentes, procurando combinar o melhor de cada um.

Depois de obter as identificação das necessidades, procedeu-se à sua interpretação e tradução das mesmas, como é possível observar na tabela 7.

Tabela 7: Necessidades identificadas por observação direta

Necessidades identificadas por observação direta	Tradução das necessidades (Requisitos)
Ser leve	Ser leve
Ajustar guiador	Ajustar guiador
Ajustar selim	Ajustar selim
Materiais resistentes ao desgaste (material selecionado para o quadro; material dos punhos, materiais de aperto, entre outros)	Resistir ao desgaste
Cor	Possuir cor apelativa
Ser ergonómico	Ser adaptável ao utilizador
Ser estável	Ser seguro
Ser fiável	Ser fiável
Fácil de transportar	Fácil de transportar
Ser confortável	Ser confortável
Ter segurança	Ser seguro
Ser resistente ao peso do utilizador	Resistir ao peso do utilizador
Silencioso durante a sua utilização	Ser silencioso
Dimensão total	Dimensão total
Ser adaptável	Ser adaptável ao utilizador

### 3.4.2. Identificação de necessidades através de entrevista

Após a identificação das necessidades por observação direta, foi necessário fazer uma entrevista para tornar mais fiável a execução do projeto.

Por motivos de tempo e visto já ter informação necessária e representativa da variável da idade da amostra, dos 25-84 anos, esta variável foi segmentada em faixas etárias de nove anos, realizando assim onze entrevistas:

- Da faixa etária dos 25 aos 34 anos foi realizada uma entrevista;
- Da faixa etária dos 35 aos 44 anos foram realizadas três entrevistas;
- Da faixa etária dos 45 aos 54 anos foi realizada uma entrevista;
- Da faixa etária dos 55 aos 64 anos foram realizadas duas entrevistas;
- Da faixa etária dos 65 aos 74 anos foram realizadas duas entrevistas;
- Da faixa etária dos 75 aos 84 anos foram realizadas duas entrevistas.

Para isso foi necessário redigir um questionário com o seguinte formato (figura 45):

No âmbito do projeto de dissertação que me propus a desenvolver, um veículo com a capacidade de permanecer estável independentemente da velocidade e do piso, gostaria que me respondesse de a sucinta às questões abaixo apresentadas de forma a colaborar na obtenção de necessidades, que facilitem o desenvolvimento do produto.

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Profissão: \_\_\_\_\_

1. Quantas vezes por semana utiliza uma bicicleta?
2. Que tipo de percursos faz quando utiliza o meio de transporte acima mencionado? (curto (< 1km), médio (> 1km) ou longo (> 3km))
3. Utiliza este produto para praticar exercício físico, ir às compras, para passeio ou para se deslocar para o trabalho?
4. Quando se desloca de bicicleta leva objetos consigo? (telemóveis, carteira,...)
5. A sua bicicleta tem um lugar específico para o transporte de objetos ou tem que levar uma mala?
6. O que lhe agrada no seu produto?
7. O que lhe desagrada no seu produto?
8. O que gostaria de ver implementado?
9. Que aspetos teve em consideração aquando a sua compra?
10. A cor também foi um fator importante para a sua aquisição?
11. No seu ponto de vista, acha necessária a existência de um cesto que seja possível tirar e só usar quando necessário?

Figura 45: Esquema de entrevista

Depois de realizadas todas as entrevistas, procedeu-se à interpretação e tradução das necessidades. Foram relatadas as declarações obtidas nas entrevistas e foram interpretadas de forma a obter requisitos específicos para o veículo a desenvolver.

Para uma melhor interpretação, foi realizada uma tabela de resumo, tabela 4, das respostas dos clientes. A tabela apresentada está por hierarquia de idades, no entanto em alguns casos não foi possível conseguir o espaçamento de cinco anos delineado anteriormente. Devido à sua dimensão, a tabela encontra-se em anexo (Anexo – A, página 99, tabela 23).

### 3.4.3. Interpretação das necessidades do cliente

Após obter as respostas dos entrevistados a tabela abaixo (tabela 8) vai resumir as necessidades acima indicadas pelos entrevistados e forma a ter uma lista, o passo seguinte será interpretar as necessidades e traduzi-las para requisitos.

Tabela 8: Tabela resumo das necessidades dos entrevistados

Necessidades identificadas por entrevista	Tradução das necessidades (Requisitos)
Ser leve	Ser leve
Aspeto bonito	Ser atrativo
Design	
Confortável	Ser confortável
Ter cesto	Possuir cesto
Forma do guiador	Forma o guiador
Forma do quadro	Forma do quadro
Selim confortável	
Guiador confortável	Ser adaptável ao utilizador
Ter cesta para transportar as compras	Possuir cesta para transportar compras
Regular guiador em altura	Ser adaptável ao utilizador
Estojo para guardar objetos	Possuir estojo para guardar objetos
Preço de compra	Ser barato
Cor	Possuir cor apelativa
Material resistente/Material utilizado	Possuir material resistente
Sistema de segurança quando desacelero	sistema de segurança na travagem
Dimensão total	Dimensão total
Sistema que facilite o deslocamento	Sistema que facilite o deslocamento

As seguintes necessidades, “Sistema de segurança na travagem” e “Sistema que facilite o deslocamento” serão um ponto fundamental para o desenvolvimento do projeto, pois é esse o objetivo deste trabalho.

Dos entrevistados, existem dois tipos de preocupações que fazem uma divisão entre grupos de idades distintos.

As pessoas que têm idades compreendidas, entre os 25 e os 54, têm preocupações, como:

- A resistência do material
- O preço de compra
- O seu design e cor
- O tipo de componentes utilizados
- E o facto de poder ter um cesto para o transporte de alguns objetos.

Já as pessoas que têm idades compreendidas, entre os 55 e os 84, dão mais importância ao conforto, como poder regular a altura do volante e selim, o preço de compra, o formato do quadro e guiador e por fim um local onde possam transportar objetos.

#### 3.4.4. Requisitos dos clientes

Neste ponto é apresentada uma tabela, tabela 5, com a listagem dos requisitos dos clientes, a cada requisito está associada uma letra.

Para esta tabela agrega as necessidades obtidas por observação direta e também os requisitos dos entrevistados.

Tabela 9: Requisitos dos consumidores

	Requisitos dos consumidores
A	Ser leve
B	Ajustar guiador
C	Ajustar selim
D	Resistir ao desgaste
E	Possuir cor apelativa
F	Ser adaptável ao utilizador
G	Ser seguro
H	Ser fiável
I	Fácil de transportar
J	Ser confortável
K	Resistir ao peso do utilizador
L	Ser silencioso
M	Ser atrativo
N	Possuir cesto
O	Forma do guiador
P	Forma do quadro
Q	Possuir estojo para guardar objetos
R	Ser barato
S	Possuir material resistente
T	Sistema de segurança quando desacelero
U	Sistema que facilite o deslocamento
V	Dimensão total

### 3.5. Diagrama de Kano

Com o diagrama de Kano, figura 46, é pretendido mostrar de forma gráfica a satisfação do suposto cliente versus o desempenho do produto. Assim sendo existem requisitos atrativos que o consumidor/cliente não esperava ver implementados e que vão surpreender. Depois existe uma série de requisitos que o utilizador qualifica como básicos, estes têm que estar presentes no produto, e finalmente, existem requisitos que para o utilizador é indiferente que o seu produto possa incluir.

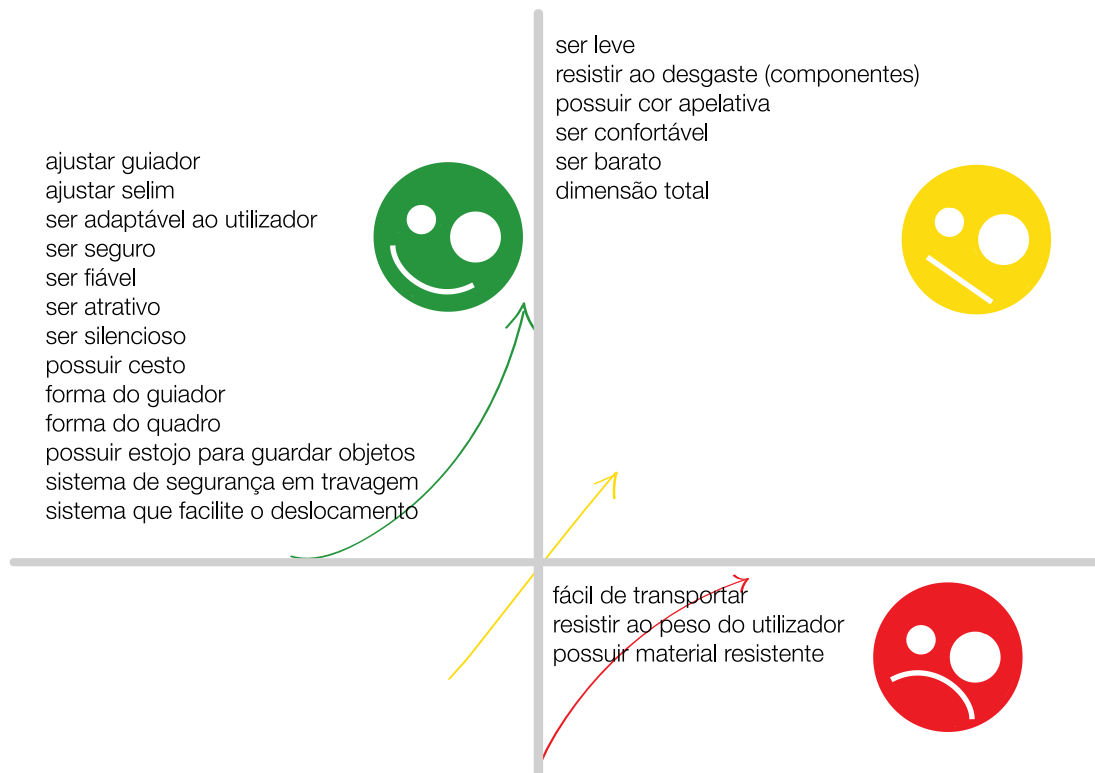


Figura 46: Diagrama de Kano

### 3.6. Diagrama de Mudge

Ao utilizar o diagrama de Mudge ou avaliação numérica funcional (tabela 10) determina-se a hierarquia entre as funções do produto baseado numa análise comparativa. Para cada linha pergunta-se qual o critério mais importante, desta forma, coloca-se o fator de peso do requisito ao lado da letra predominante, sendo o 0 igual à referência, o 1 pouco importante, 2 mais importante e 3 muito mais importante.

Depois de ter a matriz preenchida na totalidade, somam-se os pesos associados a cada requisito e preenche-se a coluna do somatório, depois de preenchida, calcula-se a percentagem correspondente a cada requisito. O diagrama foi construído com base nos requisitos definidos anteriormente, referenciados por letras. Este tem por objetivo a comparação entre dois requisitos, onde se identifica e quantifica qual o requisito mais importante.

Tabela 10: Diagrama de Mudge

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	Soma	%	
A 0	A 1	A 1	D 2	A 2	F 3	G 3	H 3	A 1	J 2	K 3	A 2	A 1	A 1	A 2	A 2	A 2	R 2	S 3	T 2	U 2	V 3	15	3,44	
	B 0	B 0	D 3	B 3	F 3	G 3	H 3	I 3	B 1	K 3	B 2	B 2	B 2	B 1	B 1	B 2	B 1	S 3	T 2	U 2	V 1	15	3,44	
		C 0	C 3	C 3	F 3	G 3	H 3	I 3	C 1	K 3	C 2	B 2	C 2	C 1	C 1	C 2	C 1	S 3	T 2	U 2	V 1	16	3,67	
			D 0	D 3	D 1	G 2	H 2	D 2	D 3	K 3	D 3	D 2	D 2	D 2	D 2	D 2	D 2	D 3	T 2	U 2	D 2	37	8,49	
				E 0	F 3	G 3	H 2	I 2	J 3	K 3	L 2	M 2	N 2	E 1	E 1	Q 2	R 2	S 3	T 2	U 2	V 2	2	0,46	
					F 0	G 2	H 2	F 2	F 2	K 2	F 3	F 2	F 3	O 2	P 2	F 2	F 2	S 2	T 2	U 2	F 2	30	6,88	
						G 0	H 0	G 2	G 2	K 2	G 2	G 2	G 2	G 3	G 3	G 2	G 2	G 2	G 2	G 2	G 2	44	10,09	
							H 0	G 2	H 2	K 2	H 2	H 2	H 2	H 2	H 2	H 2	H 2	S 1	H 2	H 2	H 2	37	8,49	
								I 0	I 2	K 2	I 3	I 2	I 2	I 2	I 2	I 2	R 1	S 2	T 2	U 2	I 2	25	5,73	
									J 0	K 2	J 2	J 3	J 2	O 1	P 1	J 1	J 2	S 1	J 2	J 2	J 2	21	4,82	
										K 0	K 2	K 2	K 2	K 2	K 2	K 2	K 2	S 2	K 2	K 2	K 2	45	10,32	
											L 0	M 2	N 2	O 2	P 2	Q 2	R 1	S 2	T 2	U 2	V 2	2	0,46	
												M 0	M 1	O 1	P 1	Q 1	R 1	S 2	T 2	U 2	V 2	5	1,15	
													N 0	O 1	O 1	O 0	R 2	S 2	T 2	U 2	V 2	4	0,92	
														O 0	P 0	P 2	R 2	S 2	T 2	U 2	V 1	8	1,83	
																P 0	Q 2	Q 2	S 1	T 2	U 2	V 1	10	2,29
																	Q 0	R 1	S 2	T 2	U 2	V 2	7	1,61
																		R 0	S 2	S 2	S 2	S 2	18	4,13
																			S 0	T 2	U 2	V 2	35	8,03
																				T 0	U 2	U 2	30	6,88
																					U 0	V 2	30	6,88
																						V 0	19	4,36
																							436	100,00

### 3.6.1. Hierarquia dos requisitos do consumidor

Após o preenchimento do diagrama de Mudge, é apresentada uma hierarquização dos requisitos do consumidor, tabela 11. A hierarquia dos requisitos é obtida através das percentagens obtidas no diagrama de Mudge, sendo atribuído um grau de importância comparativa.

Tabela 11: Hierarquia dos requisitos do consumidor

	Requisitos dos clientes	%	Importância
K	Resistir ao peso do utilizador	10,32	5
G	Ser seguro	10,09	5
D	Resistir ao desgaste	8,49	5
H	Ser fiável	8,22	5
S	Possuir material resistente	8,00	5
U	Sistema que facilite o deslocamento	7,11	5
F	Ser adaptável ao utilizador	6,88	4
T	Sistema de segurança quando desacelero	6,67	4
I	Fácil de transportar	5,73	4
J	Ser confortável	4,82	4
V	Dimensão total	4,36	4
R	Ser barato	4,13	4
C	Ajustar selim	3,67	3
A	Ser leve	3,44	3
B	Ajustar guiador	3,44	3
P	Forma do quadro	2,29	3
O	Forma do guiador	1,83	2
M	Ser atrativo	1,15	2
Q	Possuir estojo para guardar objetos	1,61	2
N	Possuir cesto	0,92	2
L	Ser silencioso	0,46	1
E	Possuir cor apelativa	0,46	1

### 3.6.2. Árvore das necessidades

Com a informação obtida anteriormente, elaborou-se uma tabela de correlações e desdobramento das características com as métricas associadas à função e às necessidades inerentes, tabela 12.

Tabela 12: Árvore das necessidades

Nível primário	Nível Secundário	Nível Terciário	
Uso/Desempenho	Sistemas tecnológicos	Sistema de segurança quando desacelero	T
		Sistema que facilite o deslocamento	U
	Segurança	Ser seguro	G
		Ser fiável	H
		Resistir ao peso do utilizador	K
Conformidade	Conforto	Ser leve	A
		Ajustar guiador	B
		Ajustar selim	C
		Fácil de transportar	I
		Ser confortável	J
	Ergonomia	Ser silencioso	L
		Ser barato	R
		Ser adaptável ao utilizador	F
	Materiais	Ter material resistente	S
		Resistir ao desgaste	D
Aspeto visual	Estético	Ter cor apelativa	E
		Ser atrativo	M
		Forma do guiador	O
		Dimensão total	V
		Forma do quadro	P
Serviços	Extras	Ter cesto	N
		Ter estojo para guardar objetos	Q

### 3.7. Benchmarking técnico/Casos de estudo

O benchmarking técnico é um complemento ao estudo do mercado apresentado anteriormente, contudo são apresentados alguns dos produtos incluídos na pesquisa anterior com a diferença de adicionar algumas dimensões disponibilizadas pelas empresas do ramo, materiais e componentes que integram o produto final.

Devido à dimensão da pesquisa efectuada, no Anexo B (página 100, tabela 24), encontra-se detalhado cada produto.

Durante a pesquisa de mercado efectuada, foram considerados os produtos com maior informação disponível, sendo assim representados em duas categorias, como a bicicleta de duas rodas e o triciclo para adultos. Estes foram avaliados através dos seguintes parâmetros:

- Dimensão do quadro;
- Cor;
- Materiais utilizados na construção do quadro e forquilha e o seu aspeto;



- Engrenagens, rodas, guidador, travões, pedais, selim, extras (acessórios) e preço.

Após o estudo efetuado, foi possível apresentar globalmente as vantagens e desvantagens dos produtos, assim sendo, temos como vantagens:

- No que se refere às bicicletas de duas rodas, existe uma maior preocupação a nível do aspeto visual do quadro, guidador e selim para maior conforto do utilizador.  
No que diz respeito à utilização, esta tipologia de veículos, permite ao utilizador uma maior agilidade e flexibilidade, possibilitando também a utilização do mesmo em diversos pisos e espaços mais confinados.
- No que diz respeito aos triciclos para adultos, é notória a redução das dimensões do quadro sem comprometer a sua estabilidade e a sua capacidade de transporte de objetos, bem como, melhorias a nível visual.  
As alterações a nível estético do quadro facilita ainda mais a entrada/saída do utilizador do triciclo.

Como desvantagens, são apresentados os seguintes pontos:

- Nas bicicletas de duas rodas existe normalmente uma maior despreocupação relativamente à altura do quadro.  
A bicicleta de duas rodas não é transversal durante o percurso de vida do ser humano, deixando de ser um veículo fiável e estável.  
Uma das maiores desvantagens prende-se com o facto de haver uma maior limitação de transporte de carga.
- Os triciclos para adultos têm como principal desvantagem a sua largura, que impossibilita a sua passagem em locais mais estreitos.  
As suas dimensões dificultam a sua arrumação.

A elaboração da tabela 13 permitiu a atribuição das especificações do produto, ajudando a fixar as respetivas métricas. Esta foi fundamental para a elaboração do benchmarking, pois fixou parâmetros de recolha e comparação entre produtos.

Tabela 13: Especificações do produto

Nº		Especificações	Métricas	Letra do requisito
1	Desempenho	Travão	m/s	D, G, H, J, T
2		Rugosidade do quadro	microns	D, J, S
3		Peso (utilizador)	Kg	G, H, K
4	Dimensiona- mento	Peso	Kg	A, G, I, J, N, T, U
5		Altura do guiador	mm	B, F, G, H, I, J
6		Altura do selim	mm	C, F, G, H, I, J
7		Profundidade do selim	mm	F, G, H, J
8		Dimensões máximas do produto	mm	H, I, R, T, U, V
9		Dimensões máximas e mínimas do utilizador	m	F, J, G, H
10	Aspetos técnicos	Tipo de rodas	Lista de rodas	D, G, H, I, J, V
11		Número de rodas	unidade	G, H, I, J, R
12		Geometria da estrutura	Lista de formas	G, H, I, K, M, R
13		Seleção de materiais	Lista de materiais	D, G, H, J, K, M, N, R, S
14		Custo do material	€/Kg	N, R, S
15		Número total de componentes	unidade	I, N, R
16		Ruído	dB	J, L
17		Tipo de transmissão	Lista de transmissões	H, J, R, T, U
18	Estética	Cor	Palete de cores	E, M
19		Forma do guiador	Lista de guiadores	F, G, H, I, J, M, O
20		Área de arrumação	m2	N, Q
21		Forma do quadro	Lista de quadros	F, G, H, I, J, M, P

As tabelas que se encontram no anexo C (página 103-110, tabelas 25 a 34), dizem respeito ao desenvolvimento das especificações do produto, acima como:




- Lista de rodas
- Lista de formas
- Lista de materiais
- Espigões de selins
- Lista de quadros
- Forma de guiadores
- Travões
- Pedais
- Lista de cores
- Tipos de selins
- Sistema de transmissão

### 3.8. Matriz da qualidade (QFD – Quality Function Deployment)

Para o desenvolvimento deste produto, foi tido como base a utilização da metodologia QFD – Quality Function Deployment, esta ferramenta de desenvolvimento permite priorizar e ajustar o produto que se encontra em desenvolvimento às necessidades identificadas.

Como resultado da pesquisa, selecionaram-se três produtos da marca Pashley, estes são atualmente referências para este tipo de produto (tabela 14). Foram considerados pelas suas características formais, funcionais e de inovação, havendo a preocupação em selecionar também diferentes tipologias, pois cada tipologia apela ao consumidor de forma diferente, sendo um fator importante para este desenvolvimento.

Tabela 14: Produtos de referência

	<b>Guv'Nor</b>	<b>Poppy</b>	<b>Picador</b>
			
<b>Tamanho do quadro (mm)</b>	520,7 571,5 622,3	444,5 508 571,5	381 431,8
<b>Cor</b>	Preto Buckingham	Blush rosa Azul pastel	Azul midnight Preto
<b>Quadro</b>	Quadro tradicional soldado – Reynolds 531	Estrutura tradicionalmente soldada	Aço tubular
<b>Forquilha</b>	Tubular soldado	Totalmente soldada	Soldada
<b>Engrenagens</b>	Velocidade única – Sturmey Archer	Três velocidades – Sturmey Archer hub	Três velocidades – Sturmey Archer hub
<b>Rodas (mm)</b>	711,2 (28") com jantes pretas	660,4 (26"), com jantes polidas e pneus cremes	508 (20") com rodas em liga leve e jantes em aço tubular
<b>Guiador</b>	North Road com punhos de couro artesanais	Barra com curva suave e apertos fáceis Punhos de cortiça	Barra em liga metálica e um tronco de curto alcance
<b>Travões</b>	Freios Sturmey Archer Hub	Sturmey Archer hub	Travões na roda dianteira - pinça
<b>Pedais</b>	Sylvan Stream - ratoeira	Sem liga antiderrapante	Antiderrapante
<b>Selim</b>	Antique Brown Brooks B17 com trilhos em titânio	Honey Brooks B67s	Selim com novo design, conforto através das molas
<b>Dimensão do quadro (mm)</b>	520,7 – 736,6 a 838,2 571,5 – 787,4 a 889 622,3 – 889 a 1003,3	Quadro tradicional, guarda-lamas	647,7 a 825,5 698,5 a 876,3
<b>Características</b>	-	Quadro tradicional Guarda-lamas	Carrinho de compras traseiro Guarda-lamas Altura do selim
<b>Opções</b>	Gama de acessórios em couro	Gama de acessórios de couro Cesto de vime	Cesta de vime à frente
<b>Preço (€)</b>	928,36	525,49	811,58

Para o preenchimento da tabela 15, recorreu-se aos valores conseguidos nos passos anteriores do desenvolvimento. O primeiro passo foi colocar os requisitos do consumidor (tabela 5), esses requisitos são classificados de acordo com a sua importância relativa e agrupados por afinidades. O segundo passo é a identificação das especificações do produto (tabela 13). O passo seguinte e após o preenchimento da tabela central de forma quantitativa, os requisitos do cliente e sua importância são expressos em valores de 9, 3 e 1. Em seguida faz-se a avaliação competitiva dos agrupamentos de venda, identificação dos pontos fortes em relação à concorrência. Seleciona-se os produtos concorrentes/ produtos de referência (tabela 14) mais importantes e classifica-se cada um dos requisitos do cliente de 1(pior) a 5 (melhor) para os produtos em causa.

O QFD encontra-se no Anexo E, página 114, tabela 35)

Tabela 15: QFD

The diagram illustrates the QFD (Quality Function Deployment) process, showing the relationship between customer requirements, product specifications, and competitive benchmarking. The main table is the QFD matrix (Tabela 15), which is a large grid with rows for customer requirements and columns for product specifications. The cells contain numerical values representing the strength of the relationship. The diagram also includes a 'Benchmarking de Mercado' section on the right, which compares the product against competitors. The overall structure is a hierarchical flow from customer requirements to product specifications and finally to competitive benchmarking.

## 4. Desenvolvimento de conceitos

Após a definição dos requisitos e especificações do produto foram desenvolvidos conceitos tendo por base a satisfação das necessidades já identificadas.

Seguindo a metodologia de Karl Ulrich e Steven Eppinger (Karl Ulrich & Steven Eppinger 2011), foi elaborada uma decomposição de funções para simplificar todo o processo de criação e desenvolvimento.

### 4.1. Decomposição de funções

Nesta fase do projeto, a decomposição de funções tem como principal objetivo a decomposição de um problema complexo, num problema mais simples. Para tornar isto possível foi elaborado um esquema de análise de funções, assumindo assim um papel de destaque no desenvolvimento do produto, podendo ser entendido como o processo pelo qual as funções são decompostas nos seus elementos constituintes, com a intenção de compilar, analisar e sintetizar, de forma sistemática a informação.

Para auxiliar na divisão das funções do produto, utilizou-se um esquema de um produto existente, que concilia a arquitetura do produto com as suas funções. Recorrendo ao trabalho elaborado por Suzi Mariño Pequini (Suzi Mariño Pequini 2000), no capítulo IV (Morfologia da bicicleta), foi possível identificar os elementos que constituem uma bicicleta (figura 47).



FIGURA 1.4 – Partes da Bicicleta tipo Speed (ANGELI, 1994)

- |                             |                                 |
|-----------------------------|---------------------------------|
| 1. Espigão (mesa ou avanço) | 16. Biela                       |
| 2. Guidão                   | 17. Coroa                       |
| 3. Alavanca do câmbio       | 18. Desviador                   |
| 4. Manete do freio          | 19. Corrente                    |
| 5. Cabo do freio            | 20. Câmbio posterior            |
| 6. Tubo da direção          | 21. Roda livre                  |
| 7. Freio dianteiro          | 22. Garfo posterior             |
| 8. Pneu                     | 23. Vara posterior              |
| 9. Aro                      | 24. Freio posterior             |
| 10. Raios                   | 25. Canote do selim             |
| 11. Cubo                    | 26. Selim                       |
| 12. Garfo                   | 27. Tubo vertical               |
| 13. Tubo oblíquo            | 28. Tubo horizontal             |
| 14. Pedal                   | 29. Cabo do freio               |
| 15. Firma-pé                | 30. Alavanca de blocagem rápida |

Figura 47: Elementos que constituem uma bicicleta (Suzi Mariño Pequini 2000)

## 4.2. Árvore de classificação de conceito

Após a decomposição das funções da bicicleta, elaborou-se uma árvore de conceitos (figura 48), foi elaborada uma comparação das soluções possíveis para cada função. Esta comparação visual, permite de uma forma rápida ter noção de todas as opções disponíveis.

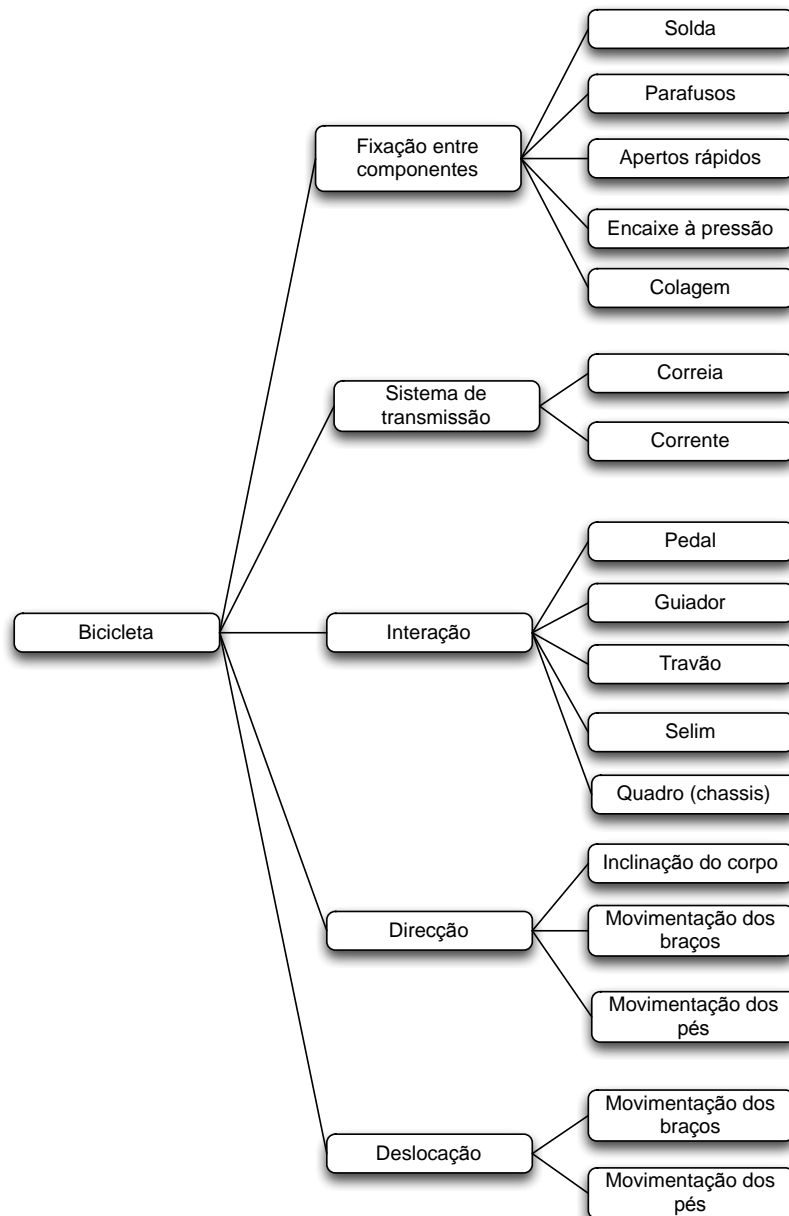


Figura 48: Árvore de classificação de conceitos

## 4.3. Tabela de combinação de conceitos

Depois de elaborada a Árvore de Conceitos, elaborou-se uma tabela para cada função, onde se atribui as características de ponderação (tabela 16, 17, 18 e 19). A atribuição de uma votação para cada propriedade, permitiu seleccionar o critério mais adequado para integrar no produto a desenvolver. Para auxílio visual desenharam-se

diferentes hipóteses de combinação numa tabela de combinação (tabela 18), que é um dos métodos para a criação de soluções para a melhoria ou conceptualização de um novo produto. Através de uma pesquisa sistemática de diferentes combinações de elementos, pretende-se encontrar uma nova solução para o produto. Assim, através da listagem das funções do produto, procura-se encontrar os possíveis meios (princípios de solução) para cada função, representando-se no final a combinação de soluções a explorar.

A tabela 16 apresenta a avaliação realizada para os diversos tipos de fixação entre componentes, neste caso, foram considerados, a solda, a fixação através de parafusos, apertos rápidos, encaixes à pressão e colagem.

Tabela 16: Tabela de avaliação da fixação entre componentes

Fixação entre componentes					
	Solda	Parafusos	Aperto rápido	Encaixe à pressão	Colagem
Durabilidade	+	0	+	+	-
Estabilidade dos componentes	+	-	+	0	-
Rapidez de montagem	0	0	+	+	-
Fácil montar/desmontar	+	0	-	-	0
Somatório "+"	3	0	3	2	0
Somatório "-"	0	1	1	1	3
Somatório "0"	1	3	0	1	1
Total	3	-1	2	1	-3
Posição	1	4	2	3	5

Na tabela 16 foram selecionados dois tipos de fixação entre componentes, pois na construção de uma bicicleta podemos incorporar ambos, pois a soldadura é fundamental para a união da estrutura e os apertos rápidos para fixação do selim e rodas.

Relativamente ao sistema de transmissão, este pode ser composto por correia ou corrente, como se pode observar na tabela 17.

Tabela 17: Tabela de avaliação do sistema de transmissão

Sistema de transmissão		
	Correia	Corrente
Durabilidade	-	+
Manutenção	+	-
Peso	+	-
Limpeza	+	-
Silêncio	+	-
Preço	-	+
Somatório "+"	4	2
Somatório "-"	2	4
Somatório "0"	0	0
Total	2	-2
Posição	1	2

Apesar da correia apresentar mais pontos positivos, tais como, não necessitar de manutenção, ser mais leve, não produzir sujidade e ser mais silenciosa, foi

selecionada a corrente pelo facto de ser a opção mais barata, duradoura e de manutenção reduzida.

No que se refere à direção, a avaliação foi realizada tendo em consideração a inclinação do corpo, o movimento dos braços e os movimentos das pernas/pés, tabela 18.

Tabela 18: Tabela de avaliação para a direção

Direção			
	Inclinação do corpo	Movimento dos braços	Movimento das pernas/pés
Facilidade de manobrar	-	+	0
Segurança	-	+	+
Esforço do utilizador	-	+	+
Somatório "+"	0	3	2
Somatório "-"	3	0	0
Somatório "0"	0	0	1
Total	3	3	2
Posição	-3	1	2

Após obter o resultado da tabela 18, tabela de avaliação para a direção, foi selecionado o movimento dos braços, pois é mais fácil de manobrar, oferece maior segurança e não exige demasiado esforço.

A tabela 19, refere-se aos modos de deslocação em estudo, tais como, a movimentação dos braços e a movimentação das pernas/pés, como fator de tração.

Tabela 19: Tabela de avaliação para a deslocação

Deslocação		
	Movimentação dos braços	Movimentação das pernas/pés
Esforço do utilizador	0	+
Facilidade do movimento	0	+
Rapidez	0	+
Fácil de utilizar	+	+
Somatório "+"	1	4
Somatório "-"	0	0
Somatório "0"	3	0
Total	1	4
Posição	2	1

A tabela 19 apresenta o resultado da avaliação referente à deslocação, foi selecionada a movimentação efetuada através dos membros inferiores (pernas/pés), pois apresenta mais pontos positivos a seu favor.

#### 4.3.1. Seleção dos elementos de interação

Os elementos de interação não são avaliados, pois todos os elementos apresentados na “Árvore de classificação de conceitos” fazem parte dos componentes principais de uma bicicleta.



Foi então realizada uma tabela resumo, tabela 20, denominada de análise morfológica, com o intuito de apresentar uma visão global sobre o trabalho efectuado anteriormente.

Tabela 20: Análise morfológica

	1	2	3	4	5
Fixação-entre-componentes					
Sistema-de-transmissão					
Interação					
Direcção					
Deslocação					

#### 4.4. Conceitos do produto

Após a utilização das ferramentas acima implementadas até esta fase, torna-se necessário experimentar e adaptar as soluções identificadas em desenhos, esboços e esquemas que permitem dar uma leitura do produto a desenvolver.

Através deste recurso começa-se a delinear as diferentes formas possíveis para o produto, restringindo as diferentes soluções com os componentes identificados.

Depois de elaborada a análise morfológica, iniciou-se os desenhos de conceito. Uma vez que o produto desenvolvido teve por base um produto já existente no mercado, como é possível observar na figura 49, houve a necessidade de inovar, embora mantendo as dimensões standard.



Figure 49: Triciclo, (Pashley 1998-2013)

O conceito 1, figura 50, mostra um desenho inovador e diferenciador no que diz respeito à zona do selim, tanto a nível estético, como a nível de conforto para o

utilizador, pois, este reduz as vibrações durante a locomoção, devido ao efeito amortecedor proporcionado pelo quadro.

No conceito 2, figura 51, apresenta um quadro mais convencional, tendo como fator diferenciador a zona do guiador. O quadro e o guiador funcionam individualmente, ou seja, o quadro “abraça” o tubo que suporta o guiador, em vez de soldas é utilizado um sistema de aperto.

O conceito 3, figura 52, por sua vez possui como fator de diferenciação o seu aspeto visual, proporcionando a sensação de modularidade e personalização do quadro. A zona traseira do triciclo, permite a deslocação das rodas, conferindo assim a possibilidade de obter um eixo dinâmico.

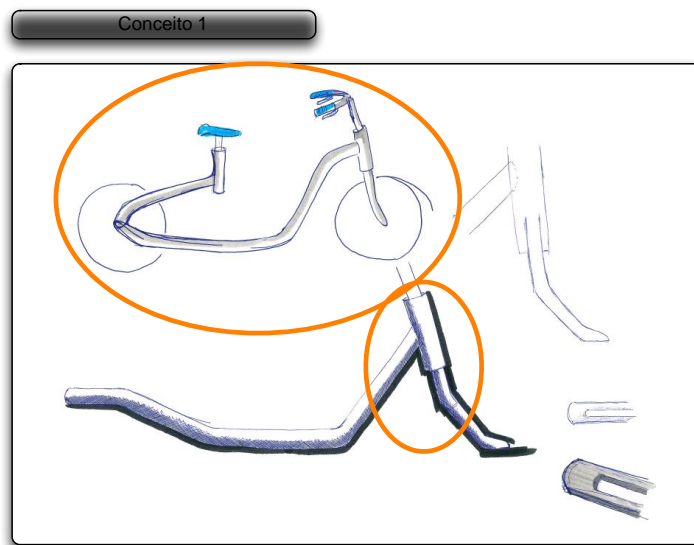


Figura 50: Conceito 1

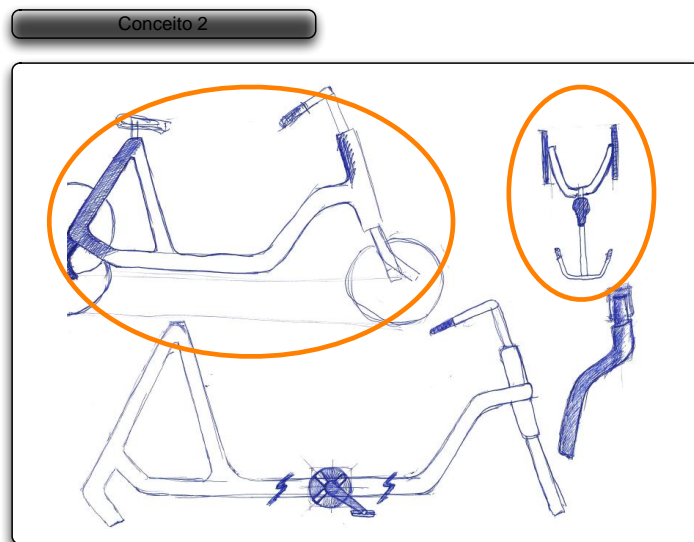


Figura 51: Conceito 2

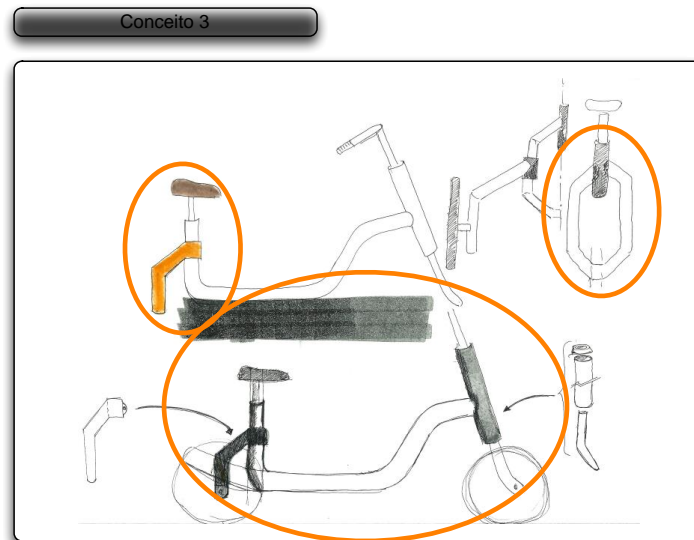


Figura 52: Conceito 3

#### 4.5. Matriz de seleção do conceito de produto

Depois de desenvolvidos os conceitos do produto, segue-se a avaliação individual, assim, construiu-se uma matriz de comparação dos conceitos acima apresentados com os valores de referência extraídos do QFD (tabela 15), onde foram avaliados os fatores com mais relevância.

Para tornar a avaliação mais realista foram introduzidos três parâmetros, fácil produção, diferenciação e rapidez. A cada parâmetro foi atribuído um peso em porcentagem, estas porcentagens foram atribuídas da seguinte distribuição:

- > a 10% - muito importante;
- > 5% e < 9% - importante;
- de 1% e < 5% - pouco importante.

A avaliação dos conceitos/esquícios também seguiu parâmetros, sendo estes, os seguintes:

- 1 – muito pior que a referência;
- 2 – pior que a referência;
- 3 – igual à referência;
- 4 – melhor que a referência;
- 5 – muito melhor que a referência.

Tabela 21: Matriz de seleção do conceito

	Peso	Referência		Conceito 1		Conceito 2		Conceito 3	
Fiabilidade	9,00%	3	0,27	2	0,18	4	0,36	4	0,36
Rapidez	4,00%	3	0,12	3	0,12	3	0,12	3	0,12
Qualidade de interação	6,00%	3	0,18	3	0,18	5	0,3	4	0,24
Confortável	8,00%	3	0,24	3	0,24	2	0,16	4	0,32
Adaptável	4,00%	3	0,12	4	0,16	3	0,12	4	0,16
Peso	5,00%	3	0,15	3	0,15	4	0,2	4	0,2
Dimensão	5,00%	3	0,15	3	0,15	3	0,15	3	0,15
Fácil utilizar	6,00%	3	0,18	3	0,18	4	0,24	4	0,24
Diferenciação	20,00%	3	0,6	4	0,8	4	0,8	4	0,8
Aspecto Visual	15,00%	3	0,45	5	4	4	0,6	4	0,6
Fácil de produzir	10,00%	3	0,3	3	0,3	3	0,3	3	0,3
Fácil de transportar	8,00%	3	0,24	3	0,24	3	0,24	3	0,24
Total	100,00%	36	3	39	6,7	42	3,59	44	3,73
Posição		0		3		2		1	
Continua?		-		não		combinar com conceito 3		combinar com conceito 2	

Com esta matriz de seleção do conceito, tabela 21, foram selecionados dois conceitos, o conceito 2 e 3 para serem combinados, assim procede-se ao re-desenho de um novo conceito, incluindo os pontos fortes (pontuação mais alta) dos conceitos selecionados para os combinar.

#### 4.6. Teste de conceito

O conceito combinado é resultado da combinação dos conceitos 2 e 3. A nova proposta responde à melhoria dos critérios selecionados na tabela 21.

Para o desenvolvimento de um novo produto, é fundamental estabelecer regras e medidas antropométricas, no Anexo D (página 111 a 113, figuras 80 a 82) encontram-se as medias para o sexo masculino e feminino referentes ao percentil 50, do autor Henry Tilley (Tilley 2001).

O conceito de combinação (figura 53) foi desenhado tendo por base as dimensões úteis apresentadas na figura 55, após esta etapa começaram a ser desenhadas as peças no software SolidWorks para obtenção do produto final em 3D.

A figura 53 apresenta o desenho de um quadro em que a zona central do quadro é semelhante a uma trotineta (figura 54 - (Hudora)). A apresentação deste género de quadro surge após a observação da utilização da bicicleta por parte das pessoas de idade, ou seja, existe mais dificuldade em “entrar” e “sair” da bicicleta.

Com o desenho apresentado na figura 55, é possível mostrar um quadro mais baixo na zona de entrada ou saída do veículo diminuindo a probabilidade de queda dos utilizadores. Também são apresentadas as dimensões úteis da bicicleta.

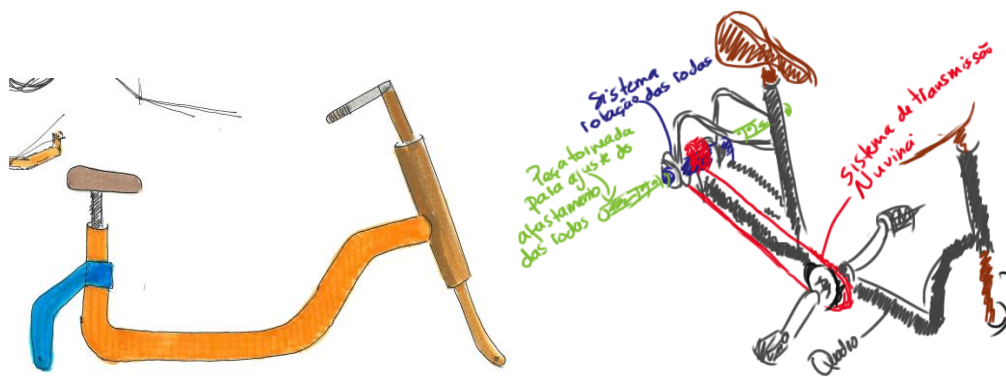


Figura 53: Conceito de combinação



Figura 54: Trotinete, (Hudora)

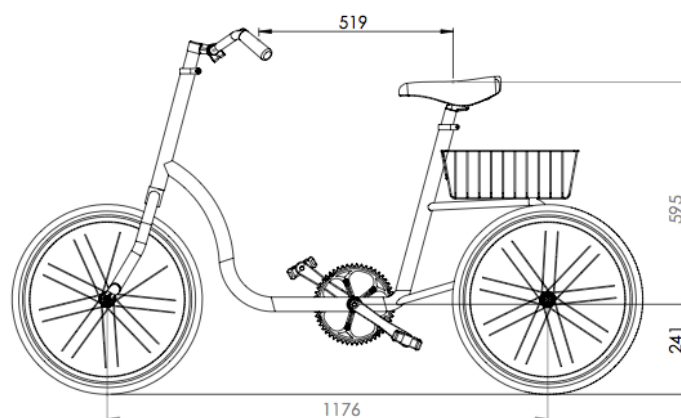


Figura 55: Dimensões gerais aplicadas ao estudo

Aproximadamente quantas unidades serão vendidas?

Depois de efectuada uma pesquisa sobre a quantidade de bicicletas vendidas em Portugal, segundo a Federação Europeia de Ciclistas (Garcia 2013), foram vendidas no ano de 2011 cerca de 320.000 bicicletas, tabela 22, correspondente a 2% das vendas a nível europeu. Supondo que o produto teria uma boa aceitação no Mercado, estima-se que teria um volume de venda de 840 unidades por ano a nível nacional.

Tendo por base estes dados e após a apresentação do produto, foi definido como objetivo, a venda de aproximadamente 150.000 unidades.

O conceito foi comunicado através da apresentação de imagens (figura 56).



Figura 56: Apresentação do conceito

Seguidamente à apresentação do conceito, num universo de 30 pessoas, 5 não responderam às perguntas colocadas, restando 25 pessoas.

Às perguntas “Se comprariam garantidamente o produto?”, 10 responderam afirmativamente, o que corresponde a 40%, à pergunta “Se provavelmente comprariam o produto?”, 15 responderam afirmativamente, correspondendo aos restantes 60% (tabela 22).

Tabela 22: Estimativa da quantidade vendida

Estimativa da quantidade vendida		
Nº de pessoas total	30	
Nº de pessoas inquiridas	25	
	83,33%	
Pergunta 1		
Quantas pessoas comprariam garantidamente este produto?		
Nº de pessoas inquiridas	25	
Nº de pessoas que respondeu	10	
	40,00%	
Pergunta 2		
Quantas pessoas provavelmente comprariam este produto?		
Nº de pessoas inquiridas	25	
Nº de pessoas que respondeu	15	
	60,00%	
Quantidade a esperar ser vendida	N	150 000
Fração dos potenciais compradores para os quais o produto estará disponível	A	2,000%
Probabilidade de o produto ser comprado se disponível e o consumidor estiver informado (ver legenda abaixo) $P = (C_{def} \times F_{def}) + (C_{prob} \times F_{prob})$	P	0,4 e 0,2
$Q = N \times A \times P$	Q	840

Legenda:

$P = (C_{def} \times F_{def}) + (C_{prob} \times F_{prob})$

P – Probabilidade de o produto ser comprado se disponível e o consumidor estiver informado;

Fdef – Fração de respostas que indicaram que se o produto estivesse disponível o compravam definitivamente;

Fprob – Fração de respostas que indicaram que se o produto estivesse disponível o provavelmente o compravam;

Cdef e Cprob – Coeficiente de calibração da empresa baseada em produtos similares no passado, assumindo normalmente os seguintes intervalos:

0,1 < Cdef < 0,5 sendo usual Cdef = 0,4

0 < Cprob < 0,25 sendo usual Cprob = 0,2

## Deve o desenvolvimento continuar?

O desenvolvimento deve continuar, pois apresenta um grande potencial de comercialização e design diferenciado. É de fácil utilização e manutenção, é um produto que transmite segurança, abrangendo todas as idades.

## População de pesquisa

Dadas as particularidades do desenvolvimento do projeto, a amostra conseguida não foi satisfatória para obter uma estimativa fidedigna dos resultados.

## Formato da pesquisa

Foi elaborada uma abordagem cara a cara, apresentado o produto através de imagens para que pudessem ter uma ideia mais clara sobre o produto desenvolvido.

## 5. Definição da arquitetura do produto

A arquitetura do produto apresentada na figura 57, tem como objetivo favorecer a diminuição do número de componentes através da sua integração, tornando assim esta ferramenta fundamental para o DFM.

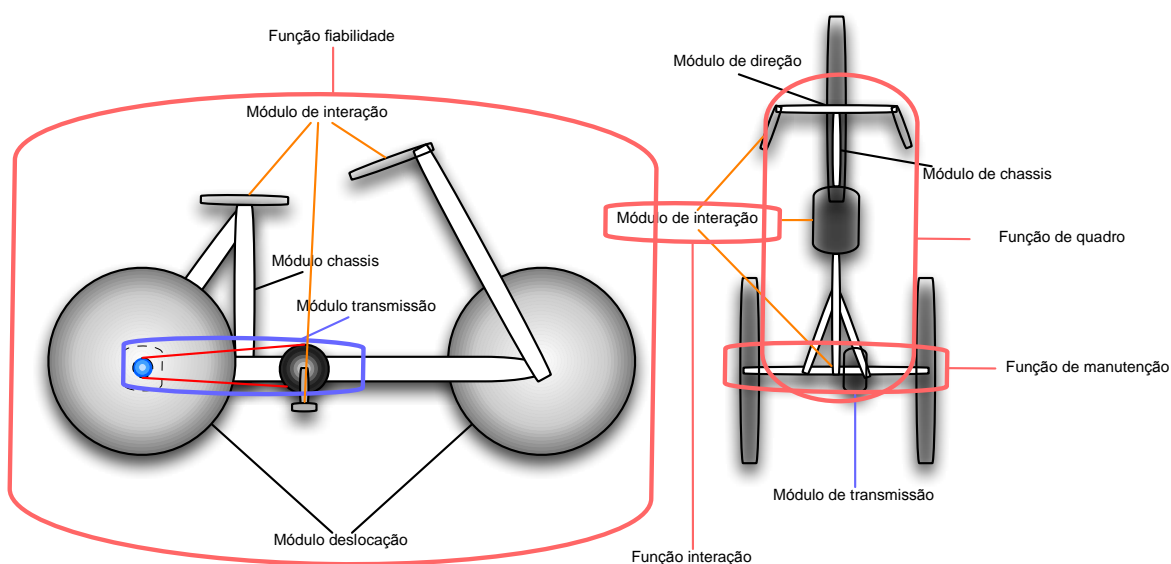


Figura 57: Arquitetura do Produto – Módulos e funções

A arquitetura do produto (figura 57) está subdividida em cinco módulos referentes ao produto desenvolvido, estes estão interligados entre si.

### Módulo de interação

Este módulo é composto pelo selim e guidador, ambos reguláveis em altura e ângulo.

O eixo traseiro por sua vez permite ao utilizador optar por um dos três módulos de regulação existentes, fazendo variar a dimensão do eixo e a distância entre rodas. Desta forma é garantida a estabilidade do utilizador, facilitando a sua arrumação.

Deste módulo o único componente que não possui qualquer ajuste é a pedaleira, devido à distância a que se encontra do solo.



### Módulo chassis

O chassis é o componente de maior relevo, distinguindo este produto dos restantes pelo seu desenho. Para além de agregar todos os outros componentes, tem a importante função de proteger o utilizador, este é composto por um material leve, mas robusto.

### Módulo de transmissão

Um dos fatores que distingue este produto é o seu inovador sistema de transmissão (Nuvinci 360) nunca antes usado em triciclos, permitindo um número infinito de velocidades.

### Módulo de deslocação

O módulo de deslocação é composto por três rodas com aros em alumínio, contribuindo para a diminuição de peso e mas mantendo a sua robustez.

### Módulo de direção

Este módulo é composto pelo guiador e forquilha ou garfo, sendo apenas o guiador ajustável. Estes componentes permitem que o utilizador possa mudar de direção em segurança.

## 5.1. Fatores de diferenciação do produto

O produto desenvolvido diferencia-se da concorrência pela interação utilizador/produto, como pela possibilidade do utilizador poder optar por três modos de regulação do eixo traseiro, o que lhe confere uma distância máxima entre rodas de 1000mm, uma intermédia de 750mm e uma mínima de 550mm.

Na figura 58 dá para ter uma noção melhor da variação da distância entre rodas.

A modularidade permite que os componentes sejam facilmente alterados sem processos demasiado complexos a nível da fabricação.



Figura 58: Variação máxima e mínima da distancia entre rodas

## 6. Design Industrial

Nesta etapa é pretendido que o produto tenha uma visão intuitiva, uma aparência agradável, que seja de fácil manutenção e reparação, também é necessário ter em conta o valor monetário de fabrico do produto.

Por forma a melhorar o produto, foi feita uma avaliação qualitativa para cada conceito, esta avaliação tem o intuito de ajudar a determinar a forma como o design industrial deve atingir o objetivos para cada aspeto do produto.

Os critérios de ponderação para avaliação foram divididos em duas áreas, a ergonomia e a estética, traduzindo-se na facilidade de utilização, manutenção qualidade de interação, novidade de interação, diferenciação do produto e orgulho em ter o objeto.

Nas figuras abaixo (figuras 59, 60, 61 e 62) são apresentados os conceitos com a respetiva avaliação.

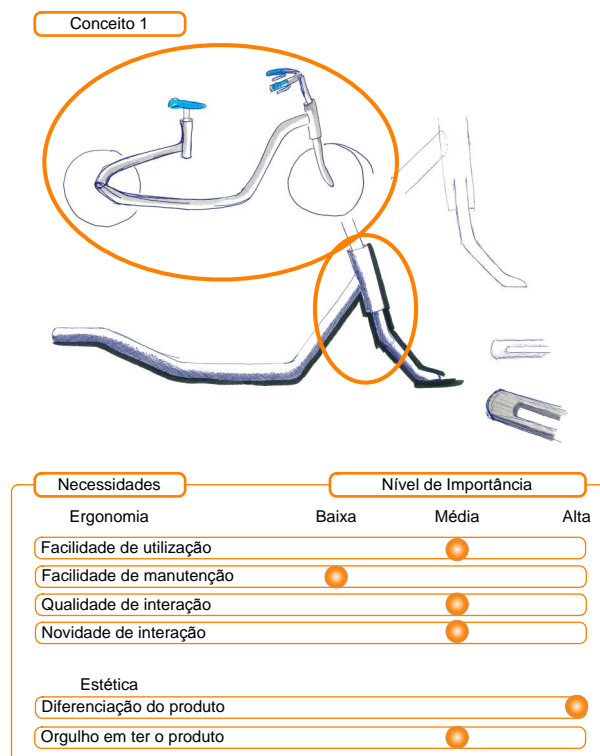


Figura 59: Critérios de ponderação para o Conceito 1

O conceito 1, figura 59, após a sua avaliação, pôde-se concluir, que apesar de ser um produto inovador e diferenciado pelo seu design atrativo, esta bicicleta apresenta as funcionalidades de um produto da mesma gama, tornando-o comum. Embora inovador, o seu sistema de amortecimento poderá causar problemas a nível estrutural.

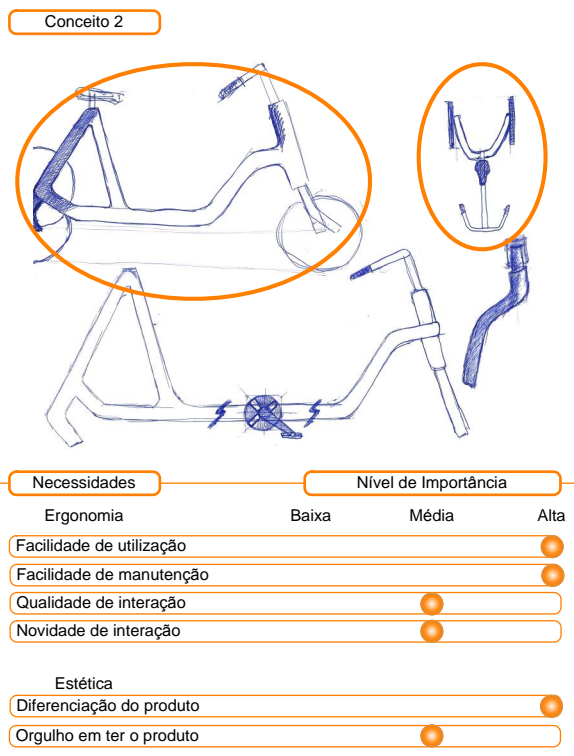


Figura 60: Critérios de ponderação para o Conceito 2

No conceito 2, figura 60, seguidamente à sua avaliação pôde-se concluir que se trata de um veículo de aspeto mais convencional, distinguindo-se pela zona de suporte do guiador, pela facilidade de utilização e manutenção.

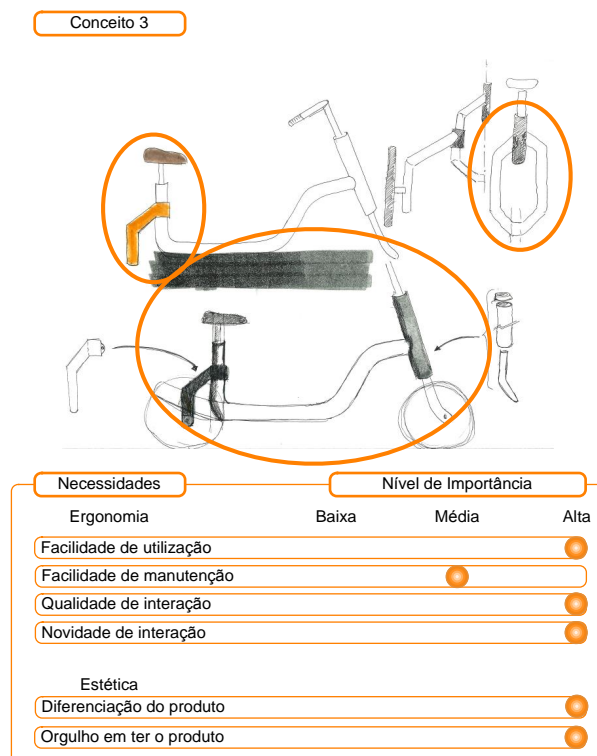


Figura 61: Critérios de ponderação do Conceito 3

O conceito 3, figura 61, depois de avaliado, verificou-se que se trata de um veículo versátil, com aspeto visual atractivo. O seu aspeto modular diferencia-o da concorrência e dá a possibilidade ao utilizador de interagir com o produto através da regulação do eixo traseiro.

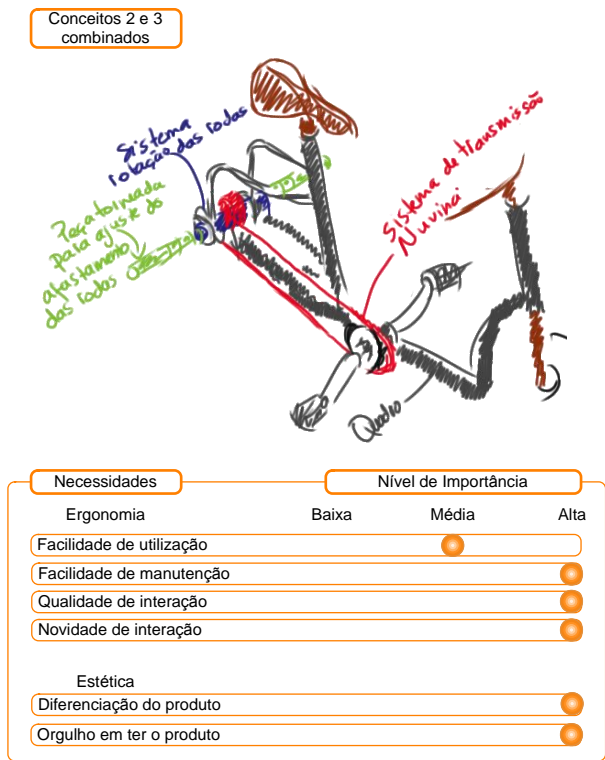


Figura 62: Critérios de ponderação para os Conceitos 2 e 3 combinados

Após atribuída a avaliação do conceito combinação, figura 62, este conjuga o aspeto convencional e simples do conceito 2 com a modularidade e versatilidade apresentada no conceito 3, mantendo a facilidade de utilização intuitiva aliada à regulação dinâmica do eixo traseiro.

### 6.1. Decomposição de funções

Com o propósito de compreender como relacionar os conceitos gerados, deve-se proceder à decomposição do problema inicial em problemas simples a fim de facilitar o processo de concepção do produto. Os diagramas de funções do produto estão divididos em dois grupos, o primeiro é referente ao veículo quando está em utilização (função movimento), diagrama 1. O segundo, diagrama 2, corresponde ao veículo quando se encontra parado (função estática).

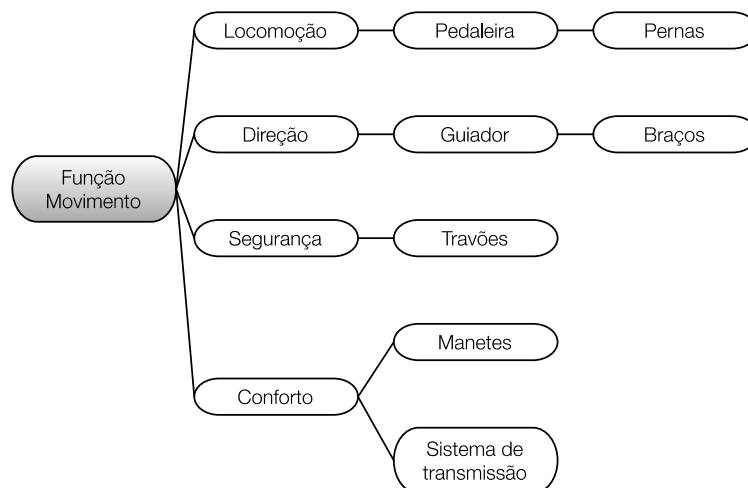


Diagrama 1: Decomposição da Função Movimento

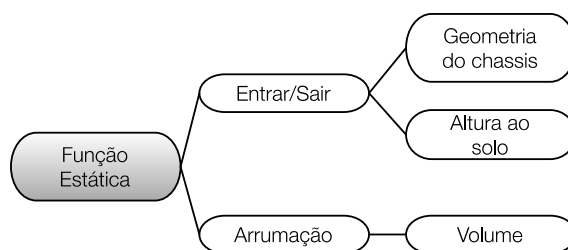


Diagrama 2: Decomposição da Função Estática

## 6.2. Design para fabricação (DFM)

A ferramenta Design para a fabricação (DFM - *Design for Manufacturing*), é utilizada com o objetivo de otimizar o produto desde as atividades de suporte à produção aos custos de montagem, incluindo também os custos dos componentes, bem como os custos homem/hora.

A escolha de materiais foi muito importante para este projeto, pois é essencial selecionar materiais não ferrosos ou com tratamento para evitar a oxidação. No eixo traseiro existem componentes que necessitam de ter mais mão de obra, como o torneamento de peças e a soldadura. Assim, foi elaborada uma tabela onde se estima o custo de produção e montagem do produto, tabela 36 que se encontra no Anexo F – Estimativa do custo de produção e montagem do produto (página 117).

Nos passos que se seguem são apresentados os componentes diferenciadores deste projeto.

### Chassis

O chassis, figura 63, é de alumínio (alumínio 7005), com duas dimensões de tubos diferentes.

Para a fabricação do quadro, são cortados os tubos, passando em seguida por diversos processos de dobragem, para criar os redondos e soldadura, para união dos tubos.

Para possível reforço do quadro podem ser soldadas chapas de reforço (nervuras) nos ângulos com maior probabilidade de quebra ou deformação.

A cor selecionada para o quadro foi um branco “sujo”, para melhor peso visual.

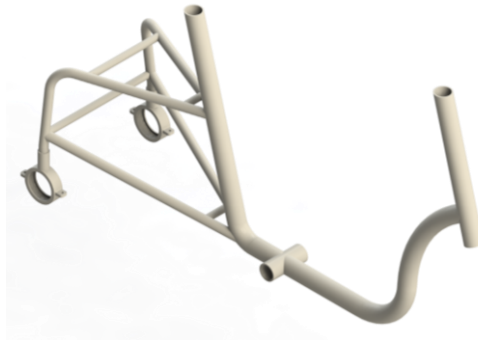


Figura 63: Chassis (quadro)

### Eixo traseiro

Neste ponto pretende-se apresentar os componentes que constituem o eixo traseiro, como é possível observar nas figuras 64 e 65. O eixo traseiro apresentado é o que distingue este produto dos que já existem no mercado.

O eixo traseiro é composto pelo sistema de tração/transmissão, pelo sistema de travagem e pelo sistema de regulação.

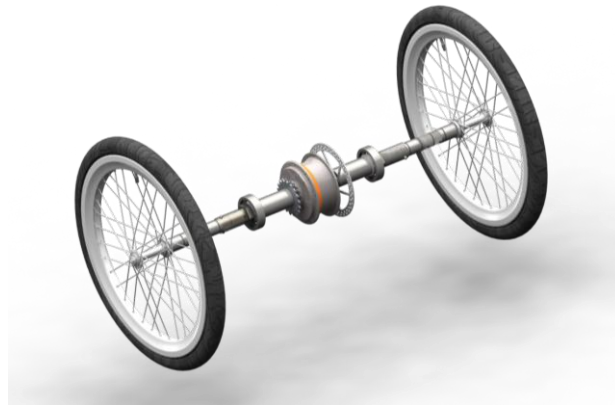


Figura 64: Eixo traseiro

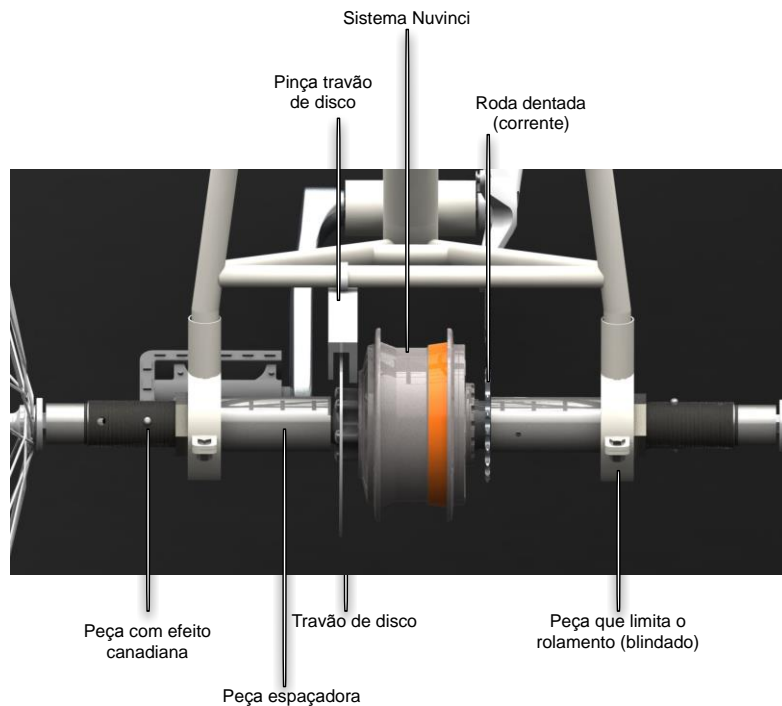


Figura 65: Decomposição do eixo traseiro

### Sistema de tração/transmissão

O sistema de tração/transmissão implementado é o sistema da marca Fallbrook Technologies Inc., NuVinci 360 (figura 66). Este é um sistema de transmissão contínuo (CVT) que permite ter um número infinito de velocidades de transmissão.

O kit NuVinci 360 tem uma roda dentada traseira incorporada e uma zona para fixação do travão de disco.

O sistema em questão foi desenvolvido para bicicletas de duas rodas, pelo que teve que se fazer algumas alterações para que este funcione numa bicicleta com duas rodas traseiras. Para solucionar o problema foi criado um sistema de regulação que estará ligado ao componente NuVinci.



Figura 66: Sistema Nuvinci

### Sistema de regulação

O sistema de regulação é composto por duas peças torneadas, com as funções:

- de espaçador;
- de fixação do rolamento blindado (o rolamento é fixo através de uma anilha e porca com freio, para que com o movimento da deslocação esta não desaperte);
- de ligação ao sistema Nuvinci;
- efeito canadiana;
- fixação das rodas.

Esta peça (figura 67) também tem duas furações para que seja possível fazer uma combinação do afastamento das rodas, desta forma no furo mais próximo do sistema de Nuvinci temos o furo que dá uma menor distância entre rodas e os furo mais distante cria o inverso.

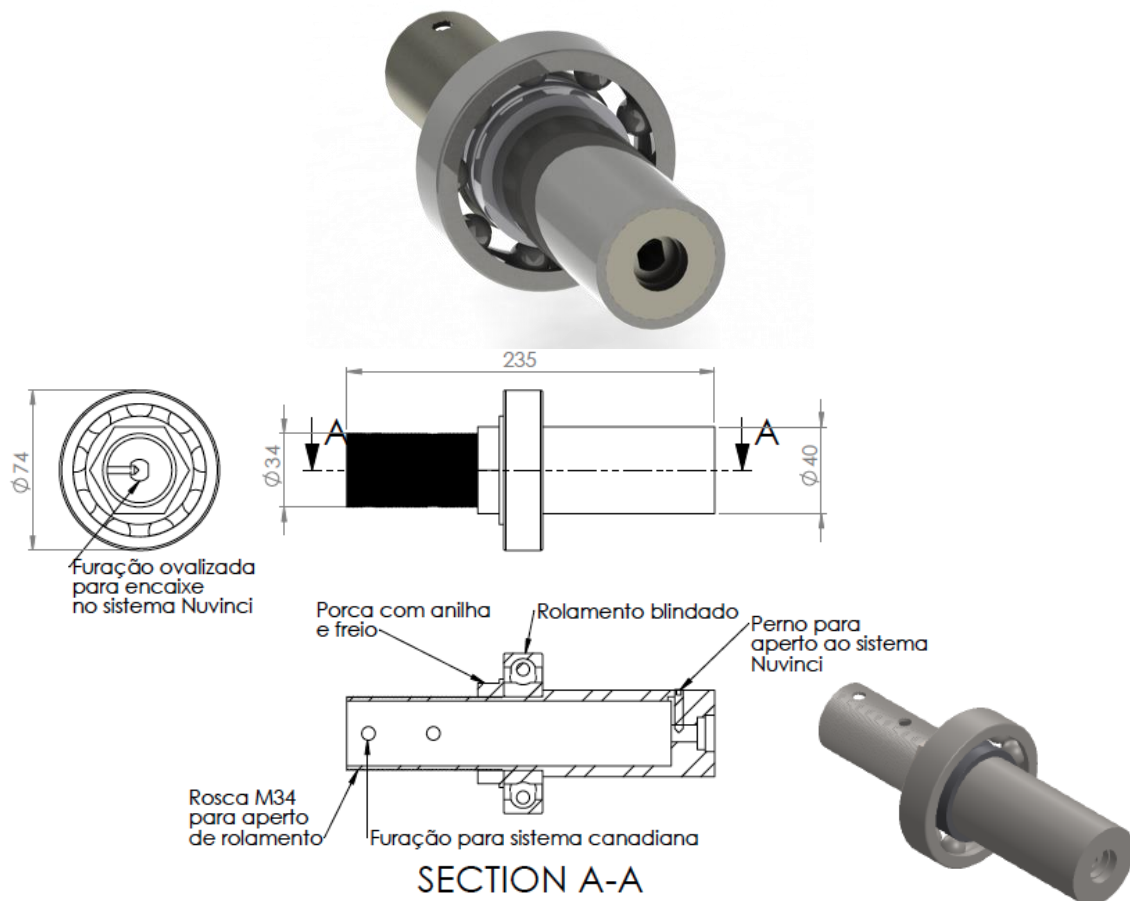


Figura 67: Espaçadores com rolamento e peça torneada

Outra peça que também é torneada (figura 68), complementa a peça descrita anteriormente e tem furação para a mola (efeito canadiana), possui rasgos para colocação de o-rings, estes tem dupla função, pois para além de fazerem com que não haja espaço entre os



componentes minimizando as oscilações inerentes à locomoção, também desempenham a importante função de evitar a infiltração de impurezas provenientes do meio envolvente.

No topo visível (parte de fora) da peça torneada, esta possui um varão roscado, que desempenha a importante função de evitar que a roda se solte através de um aperto utilizando porca e contra-porca.

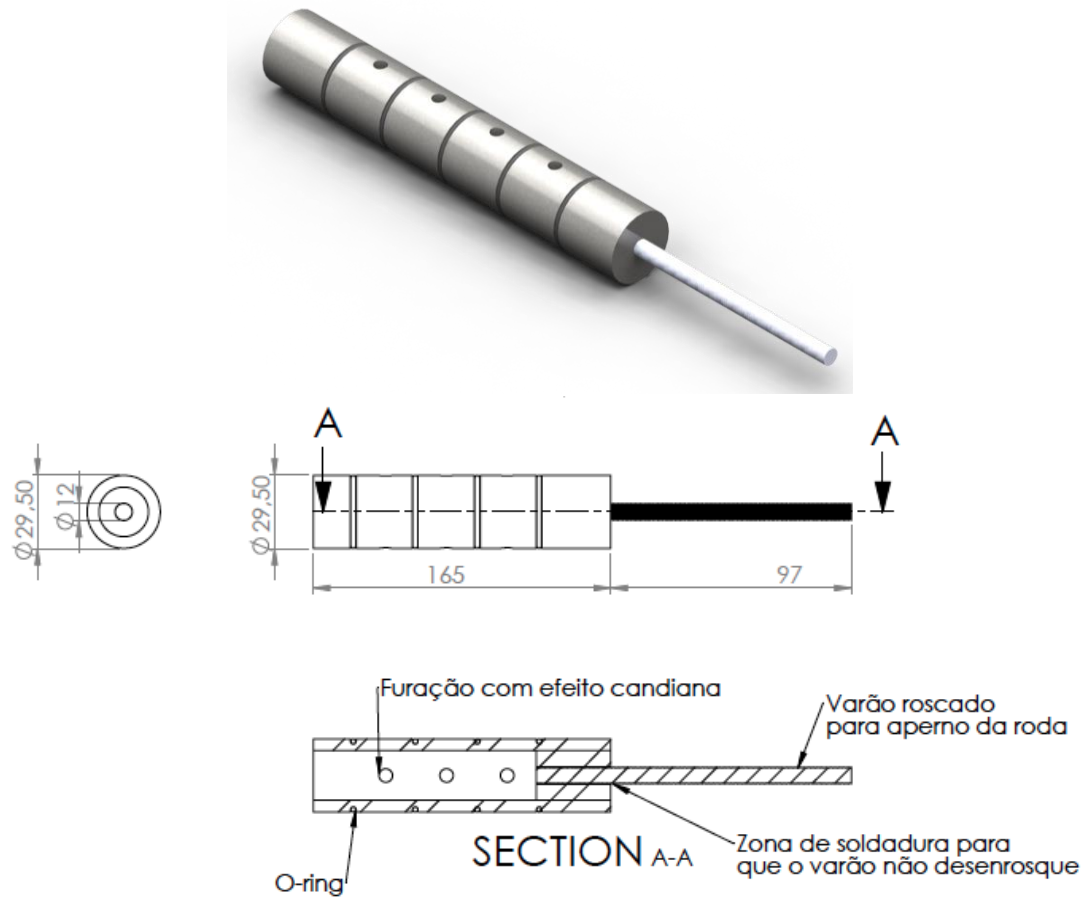


Figura 68: Peça interior com furação

### Sistema de travagem

O sistema de travagem é composto por dois discos de travão e pelas respetivas pinças, o disco do eixo traseiro é fixo diretamente ao sistema Nuvinci através de parafusos, já o disco dianteiro é fixo à roda.



Figura 69: Travão de disco (Avid 2013)

### 6.3. Árvore de falhas

A árvore de falhas (figura 69), é uma ferramenta gráfica que permite apresentar os diferentes tipos de falha que podem ocorrer hipoteticamente, dando resultado a falhas mais graves.

O primeiro passo foi a realização da árvore de falhas, seguido da elaboração da FMEA (análise do modo de falha e efeito), que tem como intuito evitar que os pontos de falha detectados na árvore aconteçam.

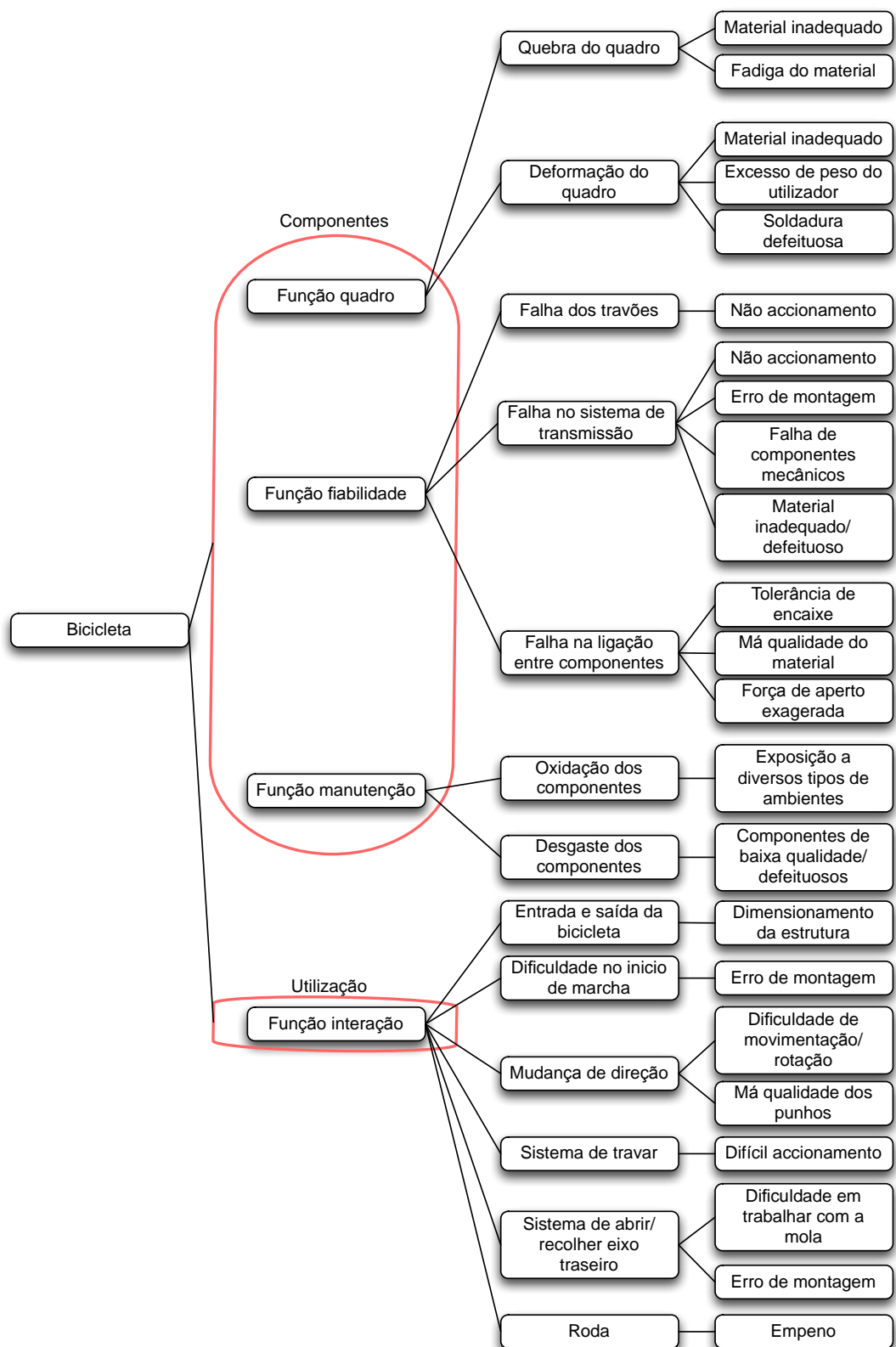


Figura 70: Árvore de falhas

### 6.3.1. FMEA

A FMEA é uma ferramenta que permite analisar as potenciais falhas que podem ocorrer com a utilização do produto.

Na tabela 37 (anexo G, página 118), foi elaborada uma avaliação qualitativa. Esta está dividida em três termos críticos de falha:

- falha crítica;
- falha maior;
- falha menor.

Após o preenchimento da tabela 37 foram analisados os resultados da FMEA, foram detetadas as seguintes falhas críticas:

- Quebra do quadro;
- Sistema de travagem;
- Sistema de abertura/fecho do eixo.

## 7. Proposta final

Recorrendo ao programa de modelação 3D, Solidworks 2012 e tendo como base alguns componentes já existentes, foi elaborada uma pesquisa para tornar mais simplificada a modelação.

A pesquisa efetuada deu a oportunidade de conhecer mais aprofundadamente alguns componentes de forma a conjugá-los com o quadro desenvolvido para a bicicleta.

A proposta final surge como resposta não só às necessidades dos utilizadores de idade avançada, mas também às necessidades daqueles que possuem dificuldades ligeiras de locomoção ou falta de equilíbrio.

Tratando-se de um veículo inovador, embora de linhas simples, seguindo as diretrizes dos modelos de bicicletas mais clássicos. Esta distingue-se pela segurança que transmite ao utilizador e pelo facto de possuir um sistema de tração que não requer mudanças manuais de velocidades, atuando de forma automática e simplista, o que torna o arranque mais suave e progressivo, sem que o utilizador se tenha de preocupar com mudanças. Combinando componentes já existentes com outros criados especificamente para permitirem a utilização desta tecnologia ao serviço daqueles que apesar das suas limitações necessitam de se sentir vivos, figuras 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77 e 78. Os desenhos técnicos referentes à proposta final encontram-se no Anexo H, página 119 a 123.





Figura 71: Proposta final



Figura 72: Detalhe eixo traseiro

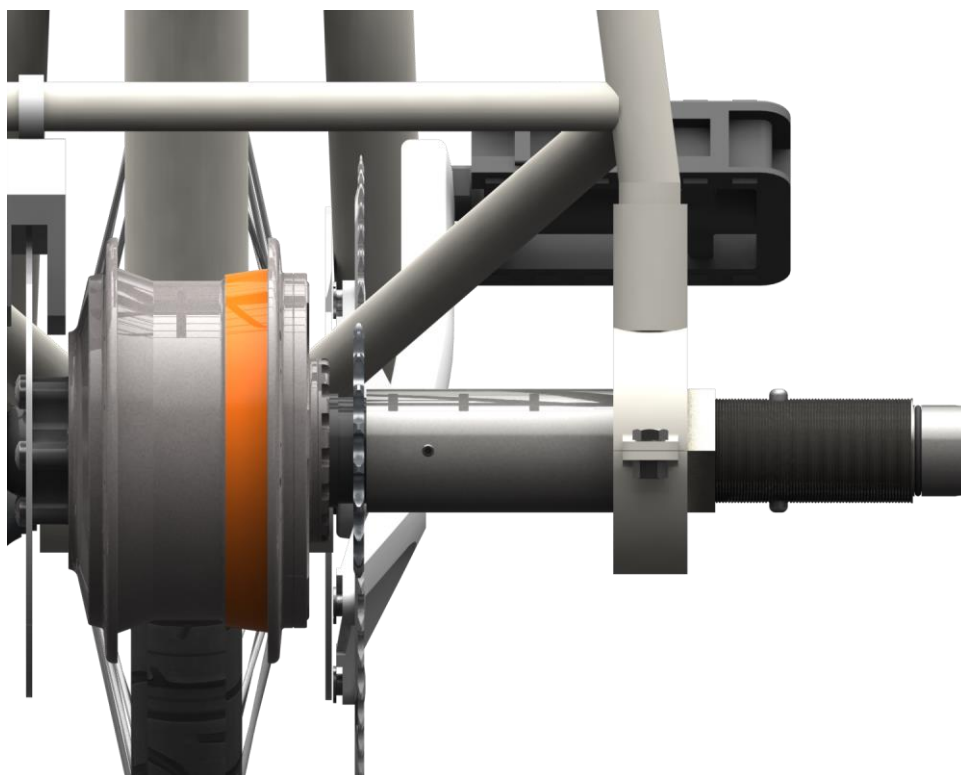


Figura 73: Detalhe sistema Nuvinci





Figura 74: Sistema Nuvinci com roda dentada e travão de disco



Figura 75: Detalhe roda dianteira



Figura 76: Detalhe guiador



Figura 77: Componentes do eixo traseiro



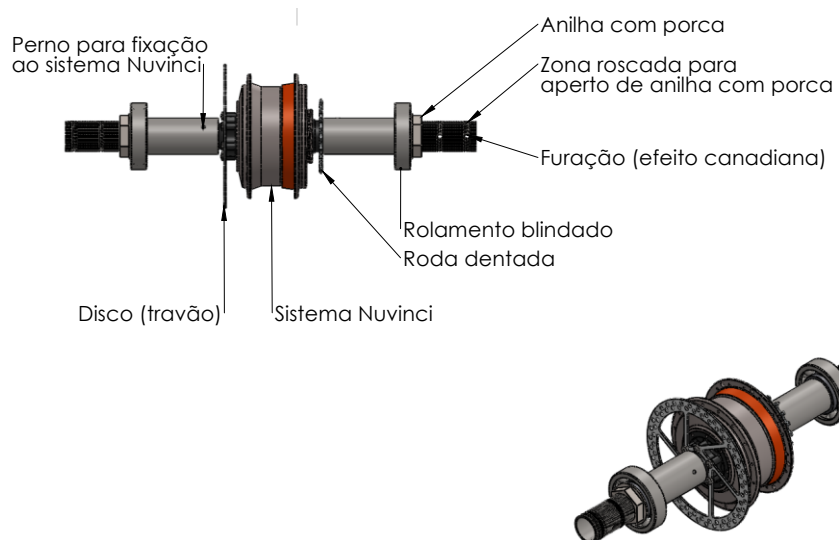


Figura 78: Componentes do eixo traseiro



## Parte III – Conclusões e desenvolvimentos futuros

### Conclusão

Nas décadas dos anos 60, 70 e 80, a utilização da bicicleta era encarada como um fator de pobreza ou de baixo estatuto social e até de alguma forma, marginalizada por aqueles que já possuíam veículos com tração a motor como o carro ou a moto.

Atualmente, com a crise económica sentida a nível global, é notória a mudança de mentalidade e hábitos de consumo. Levando a que as pessoas optem por soluções mais económicas.

Esta frequente perda de poder de compra é transversal a toda a sociedade, levando a que o uso da bicicleta seja encarada como algo positivo e necessário não só promovendo a poupança mas também a melhoria da qualidade de vida através da prática de exercício físico.

A perda de poder de compra está a fazer com que a bicicleta volte a ser o veículo de eleição tanto para trajetos urbanos, como para atividades de lazer e saúde.

Aliada a esta problemática da perda de compra, existe também uma parte da sociedade limitada em termos de mobilidade, devido à sua faixa etária ou efeitos secundários resultantes de problemas de saúde.

Esta temática económica e social motivou a proposta apresentada nesta dissertação.

Através do estudo de mercado realizado, foram encontradas diversas soluções de mobilidade já existentes e outras conceptuais. Através da análise de mercado do segmento do produto em desenvolvimento, foram selecionados alguns exemplares representativos das diferentes tipologias de bicicletas (dobráveis e não dobráveis) e triciclos sem motorização. Foi ainda adaptada uma tecnologia já existente em bicicletas, mas nunca aplicada em triciclos, tornando este produto de aspeto tradicional, de linhas simples em algo inovador.

A solução desenvolvida no âmbito desta dissertação traduz-se numa oportunidade de mercado.

No desenvolvimento deste produto foram tidos em conta estudos sobre a motricidade na velhice, equilíbrio e controlo postural bem como a coordenação motora, seguido de uma análise antropométrica e biomecânica aplicada ao ciclismo.

A análise dos estudos permitiu concluir que o desenvolvimento motor nas duas primeiras décadas de vida ocorrem de forma acelerada e eficiente, contrariamente ao que acontece a partir da sétima e oitava década de vida, em que o sistema que controla o equilíbrio (gravitoceptual ou vestibular) começa a apresentar perda de eficiência, podendo resultar em quedas. A coordenação motora, permite a ativação dos músculos certos no tempo e intensidade corretas, sem gastos energéticos, o que exige uma elevada organização do sistema nervoso, permitindo assim tempos de resposta curtos, com o avançar da idade o sistema nervoso deixa de ser tão organizado, sendo incapaz de responder em curtos espaços de tempo, não sendo capaz de prever e evitar as quedas.

Por outro lado, a análise antropométrica e biomecânica, permitiu compreender e determinar o posicionamento ideal dos utilizadores, otimizando os movimentos através de cálculos baseados dimensões corporais para um determinado percentil,

neste caso, o percentil 50, foi o analisado. Permitiu também compreender a importância do espaçamento entre o guiador e o selim, bem como as respetivas amplitudes, a altura do quadro, o dimensionamento e posicionamento da pedaleira.

Este produto foi desenhado de forma a que os movimentos do utilizador sejam naturais e eficientes em termos energéticos utilizando a informação recolhida nos estudos anteriormente mencionados.

Todo o processo de desenvolvimento do veículo seguiu uma metodologia de Karl Ulrich e Steven Eppinger que teve em consideração os aspetos relacionados com o produto iniciando-se no mercado-alvo às especificações técnicas passando pelo design industrial e arquitetura do produto até as ferramentas de design. Prosseguiu-se assim à identificação das necessidades dos clientes através de questionários abertos e por meio de observação direta da utilização do veículo por parte de utilizadores.

Após analisar a informação obtida foram definidas as especificações técnicas do veículo e gerados conceitos do produto. Seguidamente foi definida a arquitetura do produto e delineado o design industrial e fabrico do produto. Depois de modelada toda a estrutura e componentes, foi realizada a análise de modo de falha e efeito do produto. Assim que foi obtida a proposta final do produto procedeu-se à realização de protótipos visuais em modelação 3D.

A proposta final do produto procurou responder à maioria das necessidades definidas pelos inquiridos. Assim pôde-se concluir que o produto será mais apropriado para a mobilidade urbana, mas também para lazer.

Procurou-se desenvolver um produto versátil, robusto, mas leve preparado para as exigências do ambiente urbano.

Para futuros desenvolvimentos, a proposta passa obrigatoriamente pela concepção de um sistema capaz de gerir de forma automática o espaçamento do eixo traseiro em função da velocidade a que o veículo circule, ou seja, à medida que o veículo ganhe velocidade, o dimensionamento entre rodas traseiras vai diminuindo. Aquando o acionamento do travão, a distância entre as rodas traseiras volta à posição inicial, sem nunca deixar o utilizador entrar em desequilíbrio.

Passa também por uma melhoria a nível da regulação usando o efeito telescópico, este permite uma maior aproximação das rodas traseiras. Havendo a possibilidade de diminuir o espaçamento entre rodas, seria benéfico a criação de uma solução de permitisse ao utilizador a arrumação do veículo numa área semelhante à de uma bicicleta.

Outra proposta passa também por um sistema que permitisse a remoção do cesto para colocação de uma cadeira de transporte de crianças com o sistema de fixação ISOFIX.

Finalmente, seria interessante a construção de um modelo à escala real por forma a avaliar a sua eficiência, podendo servir também como suporte de apresentação e promoção a potenciais interessados na sua fabricação e comercialização.

## Bibliografia

Ambrosini (1990) apud Suzi Pequini (2000). Inclinação do selim.

Amy, D. A. (2011). "Scoobike." Retrieved 31 de Outubro, 2012, from <http://www.yankodesign.com/2011/11/28/if-a-scooter-and-a-bike-had-a-baby/>.

ATackle (2011). "História do Ciclismo." Retrieved 20 de Outubro, 2012, from <http://tackleblog.blogspot.pt/2010/12/historia-do-ciclismo.html>.

Avid (2013). "Manete de travão X0 Carbon e travão de disco com disco HS1." from <http://www.wiggle.pt/manete-de-travao-x0-carbon-e-travao-de-disco-com-disco-hs1-avid/>.

Bär, C. (2011). sport bike expands mobility, yanko design.

Barros, E. (2008). "História da Bicicleta." Retrieved 16 de Outubro, 2012, from [http://www.notapositiva.com/trab\\_estudantes/trab\\_estudantes/eductecnol/eductecnol\\_t rab/historiadabicicleta.htm](http://www.notapositiva.com/trab_estudantes/trab_estudantes/eductecnol/eductecnol_t rab/historiadabicicleta.htm).

Bicycles, S. (1972). "Sun Bicycles." Retrieved 19 de Agosto, 2013, from <http://www.sunbicycles.com/index.php>.

Bike emoção (2012). "A história da bicicleta." Retrieved 05 de Novembro, 2012, from [http://bikeemocao.blogspot.pt/2012\\_07\\_01\\_archive.html](http://bikeemocao.blogspot.pt/2012_07_01_archive.html).

Chinfra (2011). "O verbete do dia é Draisiana." Retrieved 05 de Novembro, 2012, from <http://chinfra.com/2012/05/aprender-a-pedalar-e-draisiano.html>.

Crill e colaboradores (1989) apud David L. Gallahue e John C. Ozmun (2003).

David L. Gallahue e John C. Ozmun (2003). Compreendendo o desenvolvimento motor: bebês, crianças, adolescentes e adultos. São Paulo - Brasil, Porto Editora.

David L. Gallahue, J. C. O. (2003). Compreendendo o desenvolvimento motor, bebês, crianças e adolescente e adultos. São Paulo.

Dreyfuss 1966 apud Suzi Pequini (2000). Antropometria.

Dun & Vaccaro & Clarke (1985) e Riki & Edwards (1991) apud David L. Gallahue e John C. Ozmun (2003).

Forssberg e Nashner (1982) apud David L. Gallahue e John C. Ozmun (2003).

Garcia, R. (2013). "Portugal na cauda da Europa em relação ao uso de bicicletas." Público.

- Guenther, P. (2009). "Yellow Bike." Retrieved 31 de outubro, 2012, from <http://www.yankodesign.com/2009/04/16/that-yellow-bike-survived-a-train-hit/>.
- Hinault (1988) apud Suzi Pequini (2000). Dimensões da bicicleta.
- Hollmann apud Silva (1998).
- Hudora Trotinete Scooter RX.
- Karl Ulrich & Steven Eppinger (2011). Product Design and Development.
- Manchester e colaboradores (1989) apud David L. Gallahue e John C. Ozmun (2003).
- Órbita.
- Pashley (1998-2013). "Picador, Pickle, Tri-1, Robin e Tri-1 Fixed Gear." Retrieved 04 de Novembro 2012, from <http://www.pashley.co.uk/>.
- Piret e Béziers (1992).
- Porte (1996) apud Suzi Pequini (2000).
- Rauchbach (1990) apud David L. Gallahue e John C. Ozmun (2003).
- Robbins, T. (2010). catapult.
- Roberton (1898) apud David L. Gallahue e John C. Ozmun (2003).
- Shephard & Berridge & Montepare (1990) apud David L. Gallahue e John C. Ozmun (2003).
- Stefan, w. K. (2009). Variable Frame Bike. Vielen Dank, Deutschland, yanko design.
- Suely Santos, L. D. e. J. A. d. O. (2004) Desenvolvimento motor de crianças, de idosos e de pessoas com transtornos da coordenação. **18**, 33-44
- Suzi Mariño Pequini (2000). A evolução tecnológica da bicicleta e suas implicações ergonômicas para a máquina humana: problemas da coluna vertebral x bicicletas dos tipos "speed" e "mountain bike". Departamento de Tecnologia. São Paulo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. **Mestrado**.
- Tilley, H. A. R. (2001). The measure of Man and Woman: Human Factors in Design.
- Tinetti (1987) apud David L. Gallahue e John C. Ozmun (2003).

Tudo sobre rodas. "história da bicicleta." Retrieved 14 de Outubro 2012, from <http://www.tudosobrerodas.pt/i.aspx?imc=2489&ic=5785&o=3919&f=5785>.

Van Norman apud Silva (1998).

vélocipèdes, L. p. (2008, 2009). "Les premiers vélocipèdes." Retrieved 05 de Novembro, 2012, from <http://vieuxvelosdefrance.free.fr/spip.php?article3>.

Viviane Kawano Dias e Priscila Sguassabia Ferreira Duarte (2002). "Idoso: níveis de coordenação motora sob prática de atividade física generalizada." 2005, from <http://www.efdeportes.com/efd89/id.htm>.

Wihipple & Wolfson & Amerman (1987) apud David L. Gallahue e John C. Ozmun (2003).

Woollacott e colaboradores (1986) apud David L. Gallahue e John C. Ozmun (2003).

Woollacott e Shumway-Cook (1990) apud David L. Gallahue e John C. Ozmun (2003).





## **Anexos**



# Anexo A – Respostas dos entrevistados










Tabela 23: Respostas dos entrevistados

Nº	Questões / Consumidores	Pergunta 1	Pergunta 2	Pergunta 3	Pergunta 4	Pergunta 5	Pergunta 6	Pergunta 7	Pergunta 8	Pergunta 9	Pergunta 10	Pergunta 11
1	Margarida Santos 29 anos Contabilista	2	Longo	Exercício físico	Sim	Não	Ser leve	Não ser muito seguro quando paro	Sistema de segurança quando desacelero	Material resistente Preço baixo Cor Design	Sim	Sim
2	Alberto Fernandes 37 anos Técnico de telecomunicações	7	Longo	Exercício físico	Sim	Não	Ser leve Aspeto bonito Amortecedores	Algum desconforto	Estojo para guardar objetos	Preço Materiais Componentes	Sim	Sim
3	Maria Baptista 40 anos Doméstica	4	Curto	Ir às compras	Sim	Sim	Confortável	Não dá para ajustar o guiador	Sistema que facilite o deslocamento	Ter cesto Preço baixo	Sim	Sim
4	Clarinda Fonseca 44 anos Funcionária do Estado	3	Curto	Ir às compras	Sim	Sim	Ter cesto	O quadro da bicicleta não trás conforto	Nova forma do quadro	Material utilizado Preço	Sim	Sim
5	Joaquim Costa 51 anos Agricultor	5	Longo	Deslocar para o trabalho	Sim	Não	Forma do guiador	Incapacidade de transportar sacos	Um cesto ou bolsa para transporte de objetos	Preço Cor	Sim	Sim
6	Conceição Ruivo 55 anos Doméstica	3	Longo	Ir às compras	Sim	Sim	Forma do quadro, facilita a entrada e saída	O quadro da bicicleta dificulta por vezes descer	Novo desenho do quadro	Preço Forma da bicicleta	Sim	Sim
7	Tomé Marques 60 anos Funcionário do Estado	3	Curto	Passeio	Sim	Não	Selim confortável	Não dar para regular o guiador	Incluir numa bicicleta a possibilidade de regular o guiador	Preço Formato do guiador	Sim	Sim
8	Fernanda Araújo 66 anos Costureira	5	Médio	Deslocar para o trabalho	Sim	Sim	Ter cesto e ser confortável	Selim desconfortável	Selim com amortecedores	Preço Controlar a altura do guiador	Sim	Sim
9	António Ferreira 70 anos Reformado	3	Longo	Passeio	Sim	Não	Guiador e selim confortáveis	Forma do quadro	Nova forma do quadro	Preço baixo Conforto do selim	Não	Sim
10	Octávio Saldanha 75 anos Reformado	5	Longo	Passeio	Sim	Não	Não ser pesada	Forma do guiador e quadro	Não ter lugar para colocar objetos	Preço	Não	Sim
11	Maria Rosa Pereira 82 anos Reformada	2	Curto	Ir às compras	Sim	Sim	Ter cesto para transportar as compras	Quadro	Nova forma do quadro	Barato	Não	Sim



## Anexo B – Benchmarking/Caso de Estudo

Tabela 24: Benchmarking/Caso de Estudo

	Guv'Nor	Penny	Poppy	Tube Rider - Pintall	Pickle	Picador	Rob'n	Tri-1	Órbita
									
<b>Tamanho do quadro (mm)</b>	520,7 571,5 622,3	482,6	444,5 508 571,5	-	-	381 431,8	-	381 431,8	
<b>Cor</b>	Preto Buckingham	Verde Willow Azul Crepúsculo	Blush rosa Azul pastel	Turquesa Laranja	Amarelo dourado com acabamento vermelho brilhante Azul midnight com guarnição vermelha brilhante	Azul midnight Preto	Azul	Azul Oceano Preto	Branco Cinza
<b>Quadro</b>	Quadro tradicional soldado – Reynolds 531	Estrutura soldada,	Estrutura soldada tradicionalmente	Quadro com tubos múltiplos	Quadro triciclo tradicional Soldas de aço	Aço tubular	Aço tubular soldado	Totalmente soldado	Aço
<b>Forquilha</b>	Tubular soldado	Totalmente soldada	Totalmente soldada	Soldada	Soldada	Soldada	Coluna de direção reforçada	-	Aço
<b>Engrenagens</b>	Velocidade única – Sturmey Archer	Sturmey Archer XRD-5(W) hub	Três velocidades – Sturmey Archer hub	Cinco velocidades - Sturmey Archer hub	Roda livre	Três velocidades – Sturmey Archer hub	Velocidade única	Velocidade única	Três velocidades
<b>Rodas (mm)</b>	711,2 (28") com jantes pretas	660,4 (26")x 44,45 (1,75"), raios de aço inoxidável	660,4 (26"), com jantes polidas e pneus cremes	660,4 (26") x 48,26 (19"), com rodas de liga leve e raios inox	Pneus pretos com 406,4 (16") x 34,92 (1,37"), com jante personalizadas	508 (20") com rodas em liga leve e jantes em aço tubular	406,4 (16") x 44,45 (1,75"), reforçado com uma peça plástica moldada	508 (20"), roda de liga leve	Frete: 508 (20") x 44,45 (1,75") Trás: 406,4 (16") x 44,45 (1,75")
<b>Guiador</b>	North Road com punhos de couro artesanais	Liga metálica sobre uma haste ajustável	Barra com curva suave e apertos fáceis Punhos de cortiça	Barra de liga cruzada	Guiador júnior	Barra em liga metálica e um tronco de curto alcance	Aço cromado Design	Barra de aço cromada	-
<b>Travões</b>	Freios Sturmey Archer Hub	Baixa manutenção dos cubos (dianteiro e traseiro) e freios. Para todas as estações	Sturmey Archer hub	Freios em liga metálica	Travões na roda dianteira - pinça	Travões na roda dianteira - pinça	Travões na roda dianteira - pinça	-	Travão acionados atrás
<b>Pedais</b>	Sylvan Stream - ratoeira	Liga com piso antiderrapante	Sem liga antiderrapante	Liga metálica ao estilo DX	Pedais com resina e refletores	Antiderrapante	-	Antiderrapante	-
<b>Selim</b>	Antique Brown Brooks B17 com trilhos em titânio	Brown Brooks B67s, selim de couro natural com laços e molas helicoidais	Honey Brooks B67s	Selim revestido a couro, com molas individuais com micro ajuste	Selim de resina preto, acolchoado	Selim com novo design, conforto através das molas	Selim ajustável em altura	Novo design Conforto obtido através de molas	-
<b>Dimensão do quadro (mm)</b>	520,7 – 736,6 a 838,2 571,5 – 787,4 a 889 622,3 – 889 a 1003,3	482,6 – 711,2 a 838,2	Quadro tradicional, guarda-lamas	711,2 863,6	431,8 520,7	647,7 a 825,5 698,5 a 876,3	-	647,7 a 825,5 698,5 a 876,3	-
<b>Características</b>	-	Guarda-lamas Espigão micro-ajustável Apertos corkcoppound	Quadro tradicional Guarda-lamas	Guarda-lamas Freios para manutenção mínima	Guarda-lamas	Carrinho de compras traseiro Guarda-lamas Altura do selim	Guarda-lamas da frente Tensor de corrente fixa	Guarda-lamas Ajuste rápido do assento Manivelas de 150mm	-
<b>Opções</b>	Gama de acessórios em couro	Transportador traseiro	Gama de acessórios de couro Cesto de vime	Transportador traseiro	-	Cesta de vime à frente	Suporte traseiro	Estrutura dobrável Cesto traseiro	Cesto traseiro e dianteiro
<b>Preço (€)</b>	928,36	630,58	525,49	630,58	519,65	811,58	407,54	718,03	643,38



## Anexo C – Lista de especificações

Tabela 25: Lista de rodas



Lista de rodas		
	Rodas 29er Mavic TN 719/Shimano XT - Pretas	Rodas 26" NoTubes/DT - Swiss 350 Disco- Pretas
		
Cubo	Shimano XT - 6 furos	DT SWISS 350 Disco 6 furos
Características Cubos Frente	QR 15mm	QR 15
Características Cubos Trás	9x135	9x135/10x135/12x142
Aros	Mavic TN 719 29er 32 furos, pretos	NoTubes ZTR Crest 32 furos, Pretos
Raios	DT-Swiss Revolution 2.0/1.5 Pretos	DT-Swiss Revolution 2.0/1.5 Pretos
Cabeças de Raios	SAPIM Alumínio 14mm	SAPIM Alumínio 14mm
Peso (g)	2135	1430
Aperto rápido incluído	Sim	Não
Preço (€)	260	489
	<a href="http://www.pernalonga.net/loja/?page_id=118">http://www.pernalonga.net/loja/?page_id=118</a> <a href="http://www.sintrabike.com/">http://www.sintrabike.com/</a>	<a href="http://www.pernalonga.net/loja/?page_id=118">http://www.pernalonga.net/loja/?page_id=118</a>

Tabela 26: Lista de formas

Lista de formas				
Formas				

Tabela 27: Lista de materiais

Lista de materiais		
Quadro	Alumínio Alcoa Custom	<a href="http://www.pernalonga.net/loja/?page_id=1631">http://www.pernalonga.net/loja/?page_id=1631</a>
	Aço	
	Carbono	<a href="http://www.pernalonga.net/loja/?page_id=395">http://www.pernalonga.net/loja/?page_id=395</a>



Tabela 28: Espigões de Selim

Espigões de Selim				
	Espigão de Selim 3T DORIC PRO	Espigão de Selim Thomson Elite	Espigão de Selim ENVE carbon 25mm Offset	Espigão de Selim ROCKSHOX PEVERB
				
Tipo	Fixo de uma peça	Fixo de uma peça	Fixo de uma peça	Funcionamento hidráulico/ar
Recuo (graus ou mm)	0	0	25 mm offset	-
Material do Tubo	Alumínio	Alumínio série 7000	Carbono	Alumínio 7050
Material da cabeça	-	Alumínio série 7000	-	Alumínio 7050
Material da Tampa	Alumínio	Alumínio série 7000	-	Alumínio 7050
Comprimento (mm)	-	367 comprimento e 30,9 diametro	diâmetro 31,6	100-125comprimento e 30,9-31,6 diametro
Acabamento	Preto	Anodizado	Preto Mate	-
Regulação	Afinação com 2 parafusos	Micro afinação, 2 parafusos	-	-
Cor	-	Preto Anodizado	-	-
Peso (g)	278	260	190	550
Outras características	-	Logotipos gravados a laser em baixo relevo	-	inclui espigão, controlo remoto
Diâmetro do espigão (mm)	27,2 - 30,9 - 31,6	27,2 - 30,9 - 31,6	27,2 - 30,9 - 31,6	30,9 - 31,6
Preço (€)	55	84	285	287

[http://www.pernalonga.net/loja/?page\\_id=123](http://www.pernalonga.net/loja/?page_id=123)

Tabela 29: Lista de quadros

Lista de quadros					
					

Tabela 30: Forma do guiador




Forma do guiador			
	Guiador EASTON EA 70 Flat	Roundbar BHB - 32	Guiador clássico cromado
			
Material	Alumínio EASTON EA70	7050 T6 double butted aluminium	Aço cromado
Construção	TaperWall	-	-
Peso (g)	168	240	-
Diâmetro (mm)	31,8	31,8	22
Elevação (graus)	0	-	-
Comprimento (mm)	580	420	565
Curvatura posterior (graus)	5	-	-
Altura da proa (mm)	-	-	53
Comprimento do aperto (mm)	-	-	160
Comprimento da haste (mm)	-	-	300
Curvatura superior (graus)	0	-	-
Preço (€)	42	-	23
	<a href="http://www.pernalonga.net">www.pernalonga.net</a>	<a href="http://bbbicycling.com">bbbicycling.com</a>	<a href="http://www.montabike.pt">www.montabike.pt</a>

Tabela 31: Travões



Travões		Travão Disco Hope Tech X2 - Frente/Trás		Travão Disco Shimano SLX - 2013 Frente/Trás	
					
Material	-			Piston e manete em alumínio	
Manete	Manete reversível			-	
	Manete com afinação do alcance			Manete com afinação do alcance	
	Manete com afinação do tacto			-	
Piston	2 pistões opostos de afinação automática			-	
Sistema de arrefecimento	-			ICE-TEC	
Óleo	DOT 5.1			-	
Possibilidade de trocar as pastilhas sem retirar o travão	Sim			-	
Compatível com discos (mm)	160      183      203			-	
Peso (g)	274			-	
Tamanho tubo (mm)	1000			1000	
Preço (€)	140			92	
<a href="http://www.pernalonga.net">www.pernalonga.net</a>					

Tabela 32: Pedais

Pedais	Dual Ride	EasyRider II	Confort Rider
			
Material	Alumínio	Alumínio com borracha antiderrapante	Alumínio e compósito forte
Mecanismo	Click (encaixe rápido)	-	-
Peso (g)	378	-	-
Refletores	-	Duplos	Duplos
Preço (€)	89,16	19,95	18,89
	bbbcycling.com	bbbcycling.com	bbbcycling.com

Lista de cores

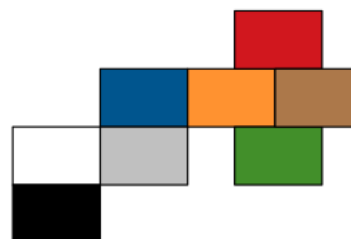


Figura 79: Lista de cores

Tabela 33: Tipos de selins






Tipos de selins	Selim Specialized Expedition Plus	Selim Specialized Avatar Comp Gel			Selim Specialized Sonoma Gel
					
Dimensão (mm) vs Peso (g)	215/857	130/289	143/294	155/304	175/543 190/558
Revestimento	Micromatrix robusto, leve e impermeável	-			Cobertura sintética formada em vácuo e é impermeável
Enchimento	-	Espuma EVA de média densidade			Espuma de média densidade
Estrutura	-	Reforçada com carbono rígido para maior durabilidade			Suporte dos carris de dupla densidade de elastômero para amortecimento das vibrações
Carris	-	Titânio ocós, leves e duráveis			Cromoly ocós, leves e duráveis
Suspensão	Suspensão de molas nos carris e base com rede de molas para um conforto suave instantâneo	-			-
Preço (€)	29,9	74,89			39,9
	<a href="http://www.biciplus.com">www.biciplus.com</a>				

Tabela 34: Sistema de transmissão

Sistemas de transmissão		
	Shimano Grupo Completo SLX 10V M670 Down Swing Dual Pull + Travões	NuVinci 360
		
Pedaleira (velocidade)	10	infinito
Travões	ICE, permitindo um melhor controlo e mais potência	Sistema de transmissão contínuo Kit NuVinci 360 inclui roda pedaleira traseira incorporada e com zona para fixação do travão de discos
Tecnologia	Dyna-Sys reduzindo o uso de transmissão e melhora o rendimento	
Movimento central	Desviador traseiro utiliza a tecnologia Shadow + melhora a tensão da corrente e reduz os ruídos de funcionamento	Roda pedaleira de 120mm
Manipulo	Shifter podem ser fixados numa abraçadeira, ou diretamente nas manetes dos travões	-
Desviador dianteiro	Down Swing Dual Pull	-
Desviador Traseiro	Caixa comprida Tecnologia Shadow + permite de limitar os movimentos da caixa e reduz a exposição do desviador às pedras e ramos	-
Cassete	10 velocidades / 11-34 dentes / perfil de dentes específico para a passagem de velocidade flexível e um melhor rendimento	-
Corrente	10 velocidades, design específico BTT	-
Travões	Pastilhas que se esfriam através do apoio do munião, pinças cerâmicas e pistão / alta pressão para mais potência de controlo	-
Discos	160mm fixação centerlock tecnologia ICE que permite uma melhor dissipação do calor e uma melhor travagem	-
Peso (g)	-	2450
Preço	493,54	296,58
	<a href="http://www.probikeshop.pt">www.probikeshop.pt</a>	

## Anexo D – Medidas antropométricas

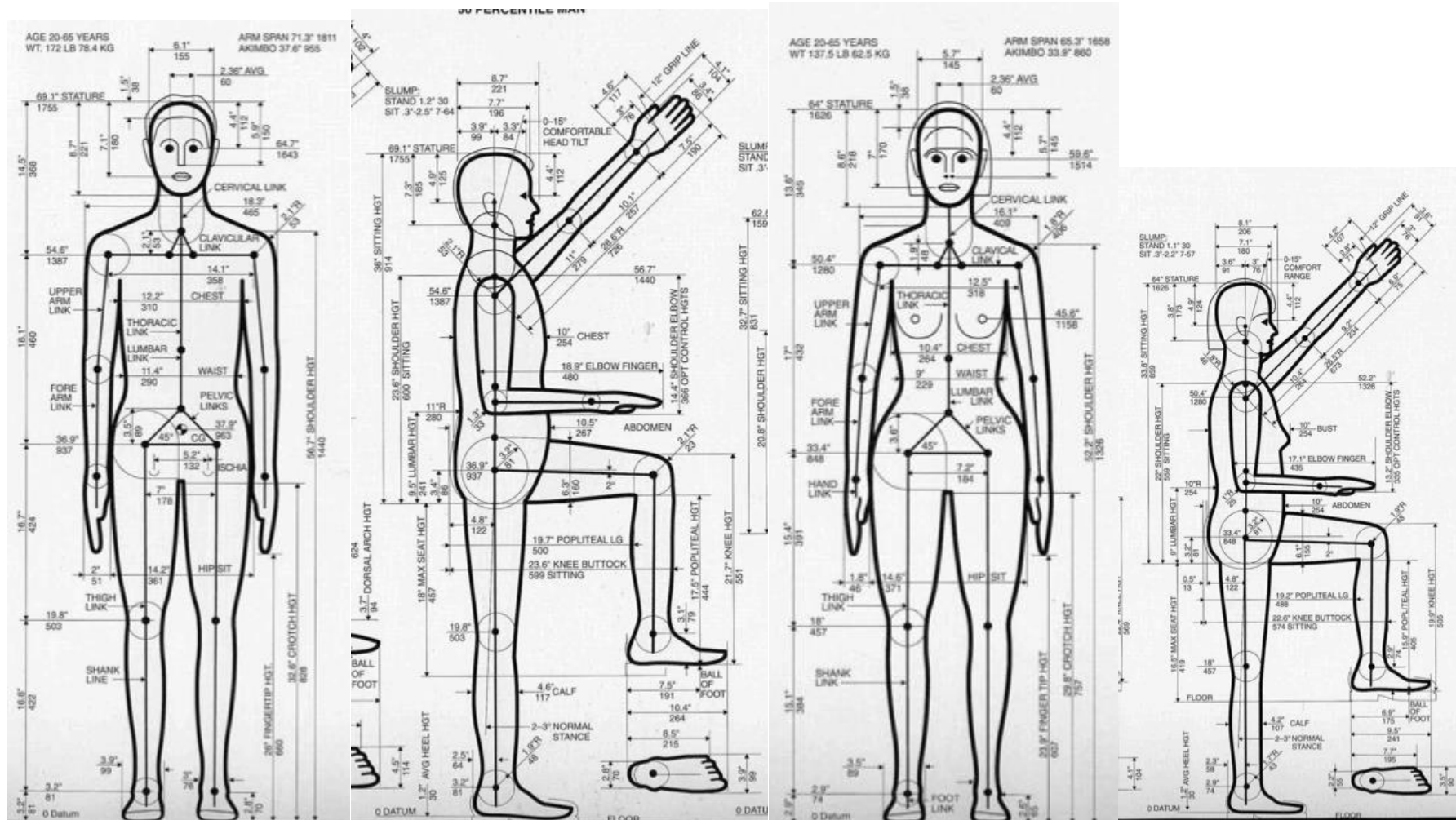
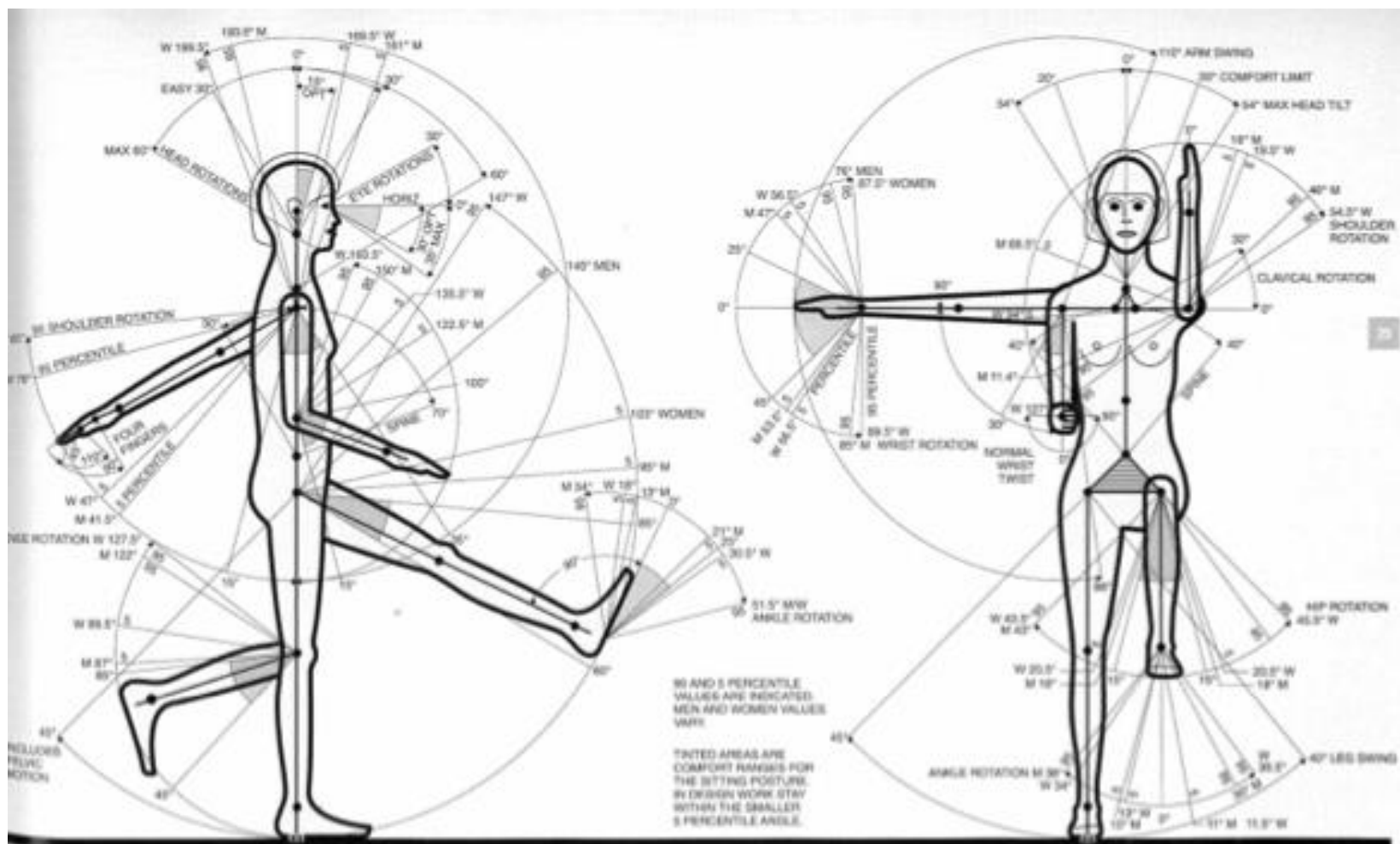
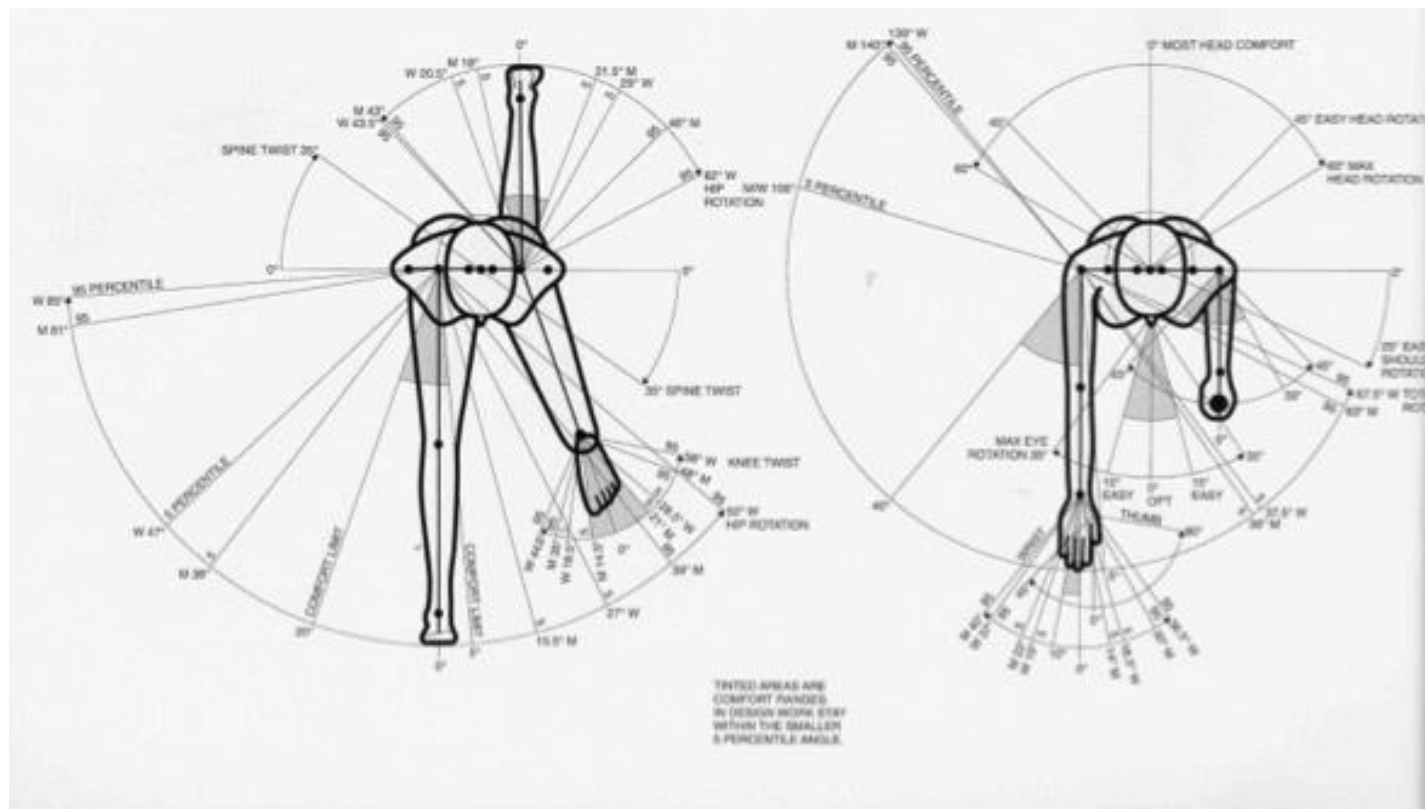


Figura 80: Medidas antropométricas para o sexo masculino e feminino - Percentil 50, (Tilley 2001)









## Anexo E – QFD

Tabela 35: Casa da Qualidade - QFD

[illegible]



## Anexo F – Estimativa do custo de produção e montagem do produto

Tabela 36: Estimativa do custo de produção e montagem do produto

nº	componentes	quantidades	fabrico					montagem		produtos sub-contratados	
			peso matéria-prima (kg/m)	€ comprs MP	kg de material	Total	tempo (min) previsão - fabrico	custo (€) homem/min fabrico	tempo (min) previsão - montagem		custo (€) homem/min montagem
	1 chassis - soldadura	1	2,78	4,00	2,71	10,83	60	14,24	0	0	
	2 guiador	1 -							5	0,28	15
	3 forquilha	1 -							10	0,57	16
	4 pedaleira	1 -							20	1,14	63,79
	5 corrente	1 -							10	0,57	21,9
	6 rodas	3 -							20	1,14	101,7
	7 travão de disco	2 -							15	0,85	119,9
	8 selim	1 -							5	0,28	4,95
	9 Nuvinci	1 -							20	1,14	425,37
	10 Aperto rápido selim e guiador	2 -							10	0,57	11,9
	11 Aperto rápido roda	1 -							5	0,28	28,11
	12 pedais	2							10	0,57	25,9
	13 cesto	1 -							5	0,28	10
Peças referentes ao eixo traseiro						10,83	14,24	135	7,67	844,52	
			€ homem+ máq	peso material (€/kg)	peso peça (kg)	total € material					
	14 rolamentos blindados	2							15	0,85	54
	15 espaçadores (torneados)	2	2,10	5,00	0,23	1,16	30	128,17	10	0,57	
	16 mola (canadiana)	8							10	0,57	12
	17 Peça exterior com furação (canadiana) - torneada	2	2,10	5,00	0,58	2,88	30	131,62	15	0,85	
	18 Peça interior com furação e rosca (canadiana) - torneada	2	2,10	5,00	0,40	1,98	30	129,81	15	0,85	
	19 O-rings (peça interior com furação)	8							10	0,57	1,89
	20 Porcas com anilha e freio	2							5	0,28	4
	21 varão roscado + cola para rosca	2	2,10	5,00	0,03	0,16	5	21,30	5	0,28	
	22 anilha recartilhada	2							5	0,28	0,24
	23 porcas	4							5	0,28	0,4
	24 pernos	2							5	0,28	0,02
						6,18	410,91	100	5,68	72,548	
total dos custos do protótipo											1355,57
			custo máquina		custo homem						
					€/dia	€/hora	€/min				
homem/											
hora											
torno											
	quantidade	€									
o-ring	10	2,36	0,236								
anilha rec	60	0,94									

## Anexo G – FMEA

Tabela 37: FMEA

Nº	Actividade/Função	Modo de falha	Causa	Efeito	Termo crítico	Acções corretivas
Componentes						
1	Função quadro	Quebra do quadro	Material inadequado	Queda do utilizador	Falha crítica	Nova seleção de materiais
2			Fadiga do material			
3		Deformação do quadro	Material inadequado	Desconforto	Falha menor	Nova seleção de materiais
4			Excesso de peso do utilizador	Desiquilíbrio do utilizador	Falha maior	Testes para reforço da estrutura
5				Instabilidade		
6	Soldadura defeituosa	Perda de funcionalidade	Falha menor	Exame minuncioso a todas as soldas/escolha apropriada do tipo de solda		
7	Função fiabilidade	Falha dos travões	Não accionamento	Má instalação	Falha menor	Teste mecânico
8		Falha do sistema de transmissão	Não accionamento			Redução de rendimento
9			Erro de montagem			
10			Falha de componentes mecânicos	Falha maior	Nova seleção de materiais	
11			Material inadequado/defeituoso	Instabilidade do material		
12		Falha na ligação entre componentes	Tolerância de encaixe	Funcionamento irregular	Falha menor	Teste de resistência mecânica dos encaixes
13			Má qualidade do material			
14			Força de aperto exagerada	Danificação	Falha maior	Verificação de apertos
15	Função manutenção	Oxidação dos componentes	Exposição a diversos tipos de ambiente	Danificação	Falha menor	Nova seleção de materiais
16		Desgaste dos componentes	Componentes de baixa qualidade/defeituosos			
Utilização						
17	Função interação	Entrada e saída da bicicleta	Dimensionamento da estrutura	Falta de ergonomia	Falha maior	Novo estudo ergonómico
18		Dificuldade no início de marcha	Erro de montagem	Inoperância		Verificação e teste de toda a montagem
19		Mudança de direção	Má qualidade dos punhos	Falta de ergonomia	Falha menor	Nova seleção de materiais
20			Dificuldade de movimentação/rotação	Redução de rendimento		
21		Sistema de travar	Difícil accionamento	Queda do utilizador	Falha crítica	Instruções específicas de manutenção
				Colisão	Falha maior	
22		Sistema de abrir/recolher eixo	Dificuldade em trabalhar com a mola	Má instalação/manutenção	Falha maior	Instruções específicas de manutenção
				Erro de montagem	Inoperância	Falha crítica
23		Roda	Empeno	Desiquilíbrio do utilizador	Falha maior	Teste dos componentes mecânicos

## **Anexo H – Desenhos técnicos**

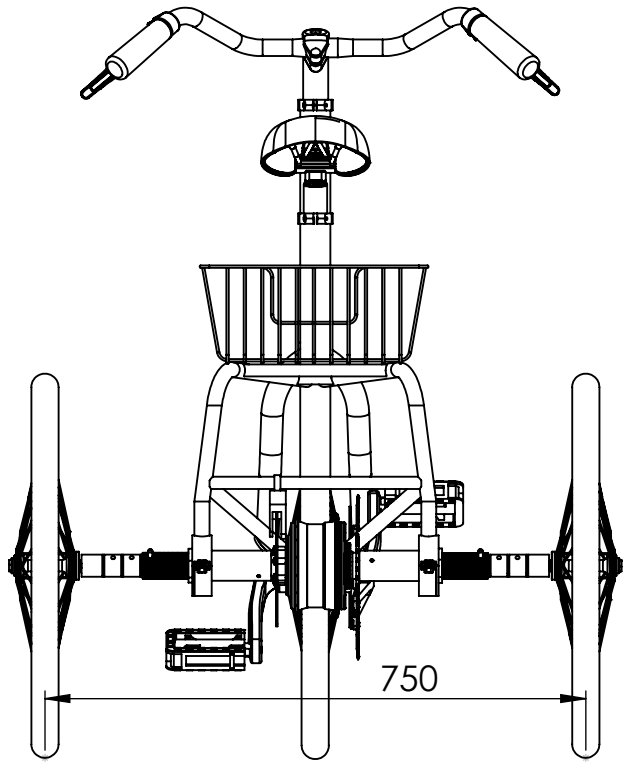
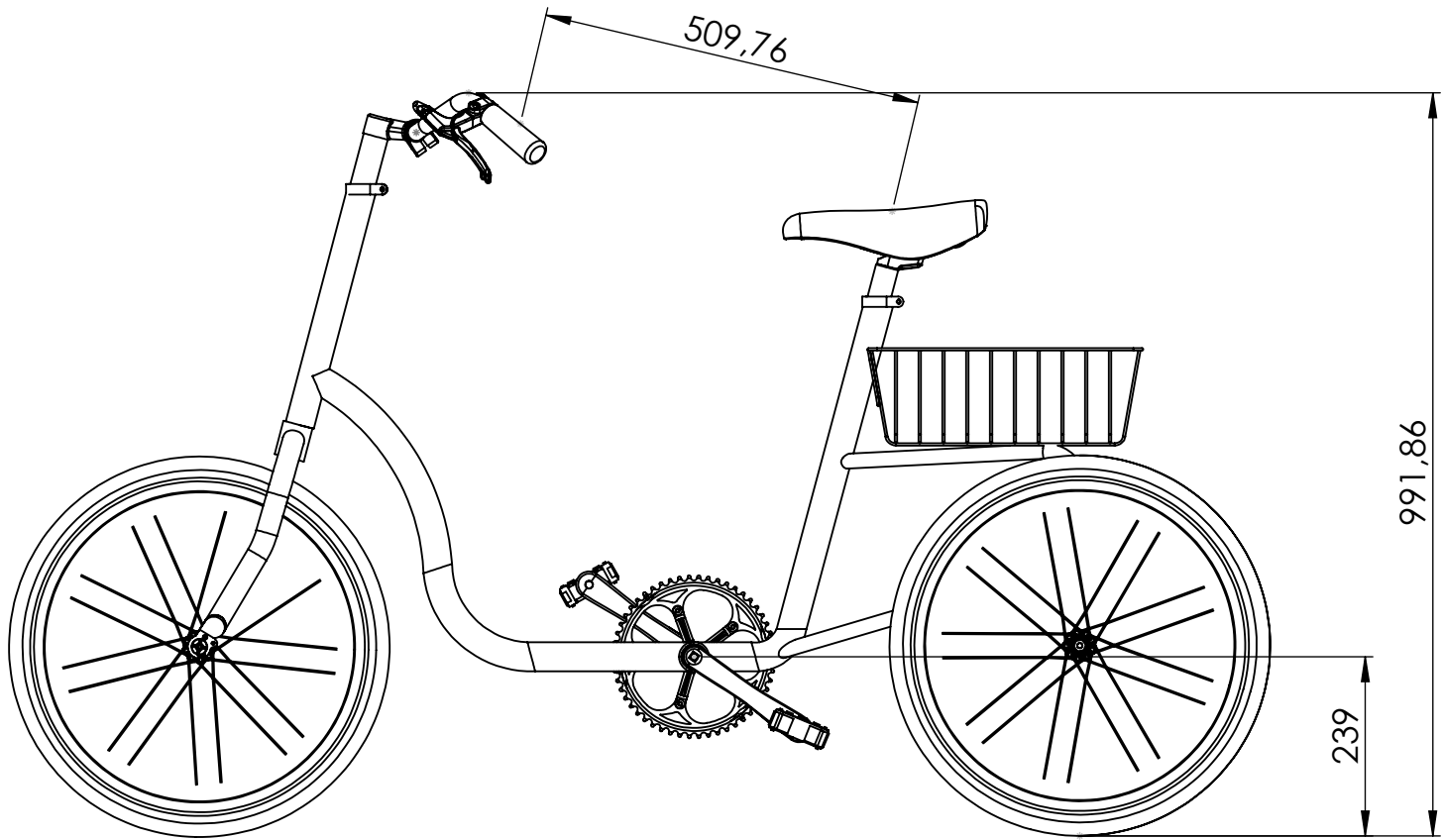
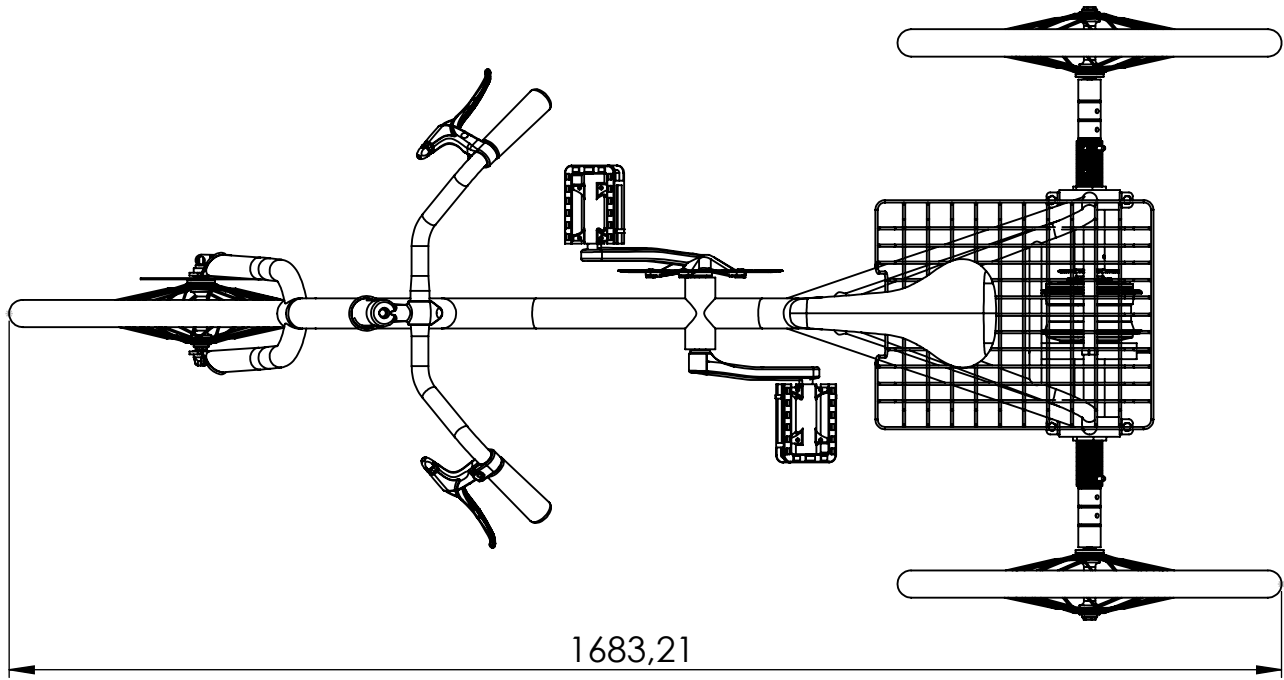




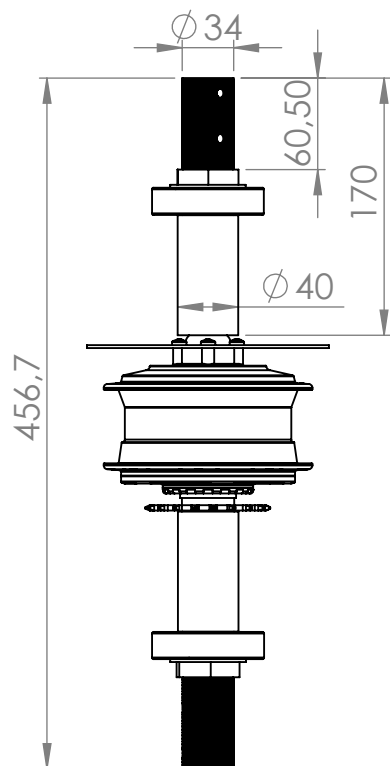
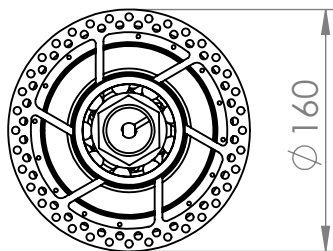




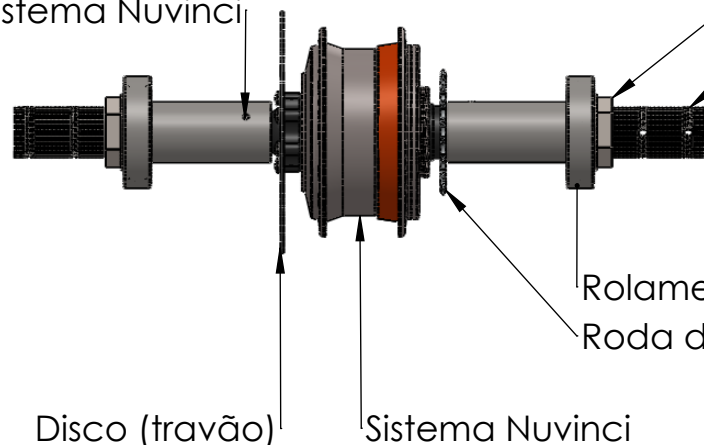




UNLESS OTHERWISE SPECIFIED: DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS SURFACE FINISH: TOLERANCES: LINEAR: ANGULAR:				FINISH:		DEBUR AND BREAK SHARP EDGES		DO NOT SCALE DRAWING		REVISION		
								MEDP				
								TITLE:  Piedmont Afastamento intermédio				
DRAWN	NAME Bárbara		SIGNATURE		DATE 20-10-2013				DWG NO.		A3	
CHK'D									bicicleta_r09			
APPV'D									SCALE:1:20		SHEET 1 OF 1	
MFG												
Q.A							MATERIAL:					
							WEIGHT:					



Perno para fixação  
ao sistema Nuvinci



Anilha com porca

Zona roscada para  
aperto de anilha com porca

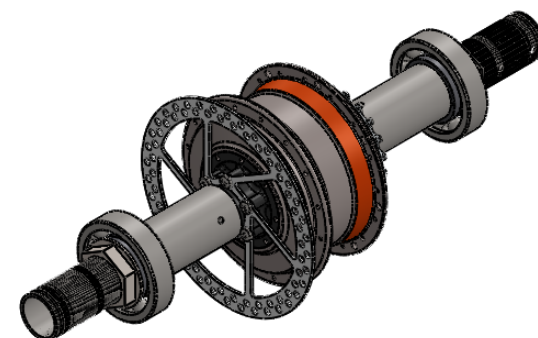
Furação (efeito canadiana)

Rolamento blindado

Roda dentada

Disco (travão)

Sistema Nuvinci



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS  
SURFACE FINISH:  
TOLERANCES:  
LINEAR:  
ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

MEDP

TITLE:

Montagem

DWG NO.

sistema novinci

A4

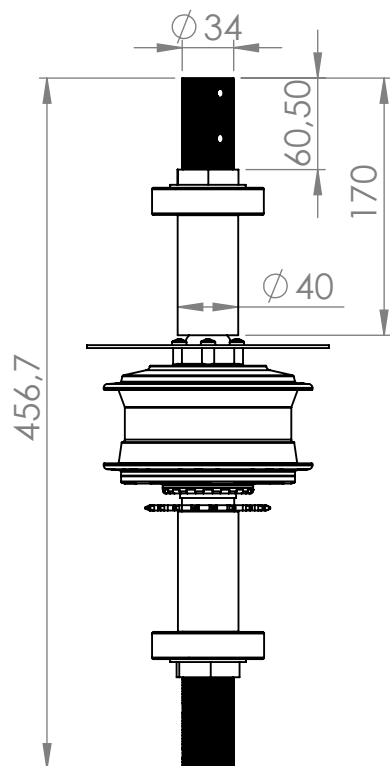
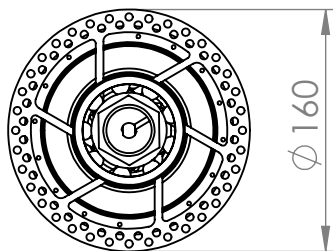
MATERIAL:

WEIGHT:

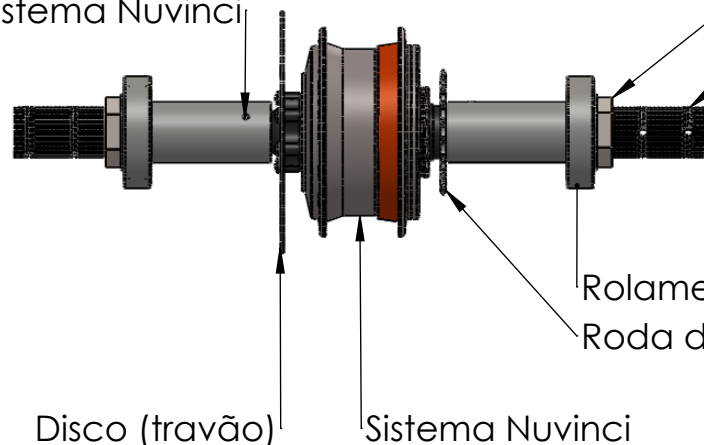
SCALE:1:10

SHEET 1 OF 1

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN	Bárbara Ferreira		25-10-2013		
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A					



Perno para fixação  
ao sistema Nuvinci



Anilha com porca

Zona roscada para  
aperto de anilha com porca

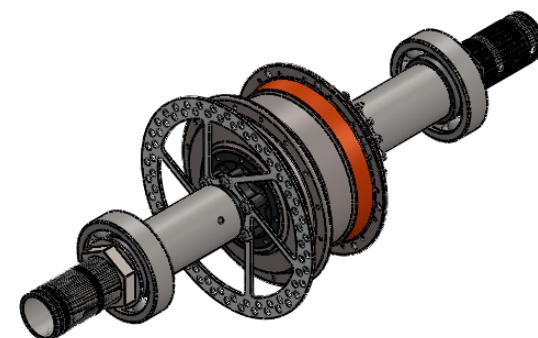
Furação (efeito canadiana)

Rolamento blindado

Roda dentada

Disco (travão)

Sistema Nuvinci



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS  
SURFACE FINISH:  
TOLERANCES:  
LINEAR:  
ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

MEDP

TITLE:

Montagem

DWG NO.

sistema novinci

A4

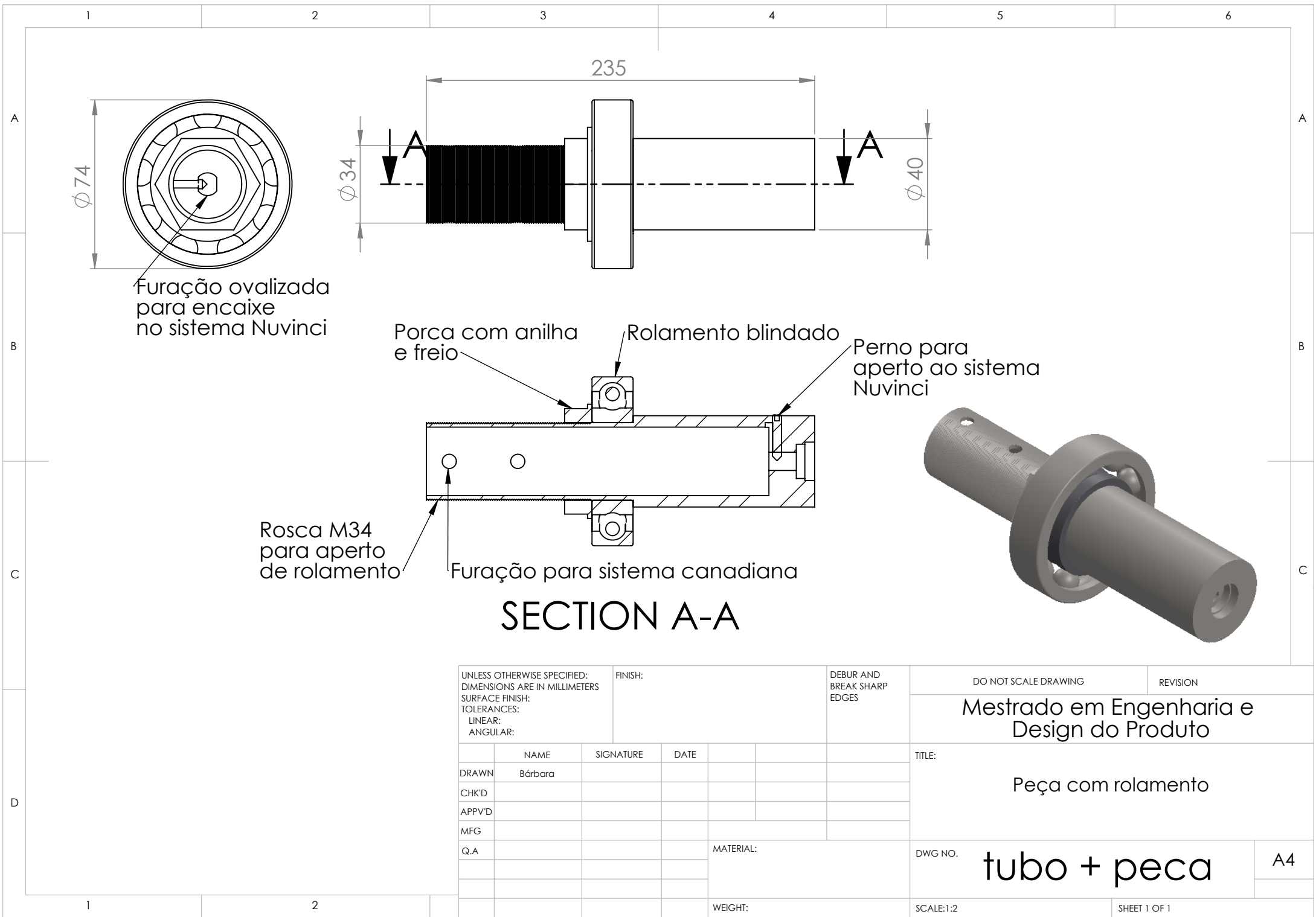
MATERIAL:

WEIGHT:

SCALE:1:10

SHEET 1 OF 1

	NAME	SIGNATURE	DATE		
DRAWN	Bárbara Ferreira		25-10-2013		
CHK'D					
APPV'D					
MFG					
Q.A					



UNLESS OTHERWISE SPECIFIED:  
DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS  
SURFACE FINISH:  
TOLERANCES:  
LINEAR:  
ANGULAR:

FINISH:

DEBUR AND  
BREAK SHARP  
EDGES

DO NOT SCALE DRAWING

REVISION

Mestrado em Engenharia e  
Design do Produto

TITLE:

Peça com rolamento

DWG NO.

tubo + peca

A4

WEIGHT:

SCALE:1:2

SHEET 1 OF 1